

# **TREBALL DE FI DE MÀSTER**

## **MÀSTER EN CIÈNCIA I TECNOLOGIA DE LA SOSTENIBILITAT**

### **Movilidad Urbana Integral y Sostenible en la Zona Metropolitana de La Laguna**

**Treball realitzat per:  
Ricardo Miranda Briones**

**Dirigit per:  
Martí Rosas Casals**

**Barcelona, a 14 de juny de 2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC) y al Instituto de Sostenibilidad (IS) por haberme permitido estudiar el Máster en Ciencia y Tecnología de la Sostenibilidad.

A mi director de TFM, Martí Rosas Casals, por las sugerencias realizadas para mejorar mi trabajo de investigación y todas las enseñanzas dadas en las clases en que tuve la oportunidad de tenerlo como profesor.

A todos mis profesores del Máster en Ciencia y Tecnología de la Sostenibilidad por todas sus enseñanzas, aclaraciones y aportaciones proporcionadas para la mejora de mis trabajos y de mi persona.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por otorgarme la oportunidad de realizar mis estudios en el extranjero y haberme resuelto las dudas en cada uno de los trámites que tuve que realizar.

## DEDICATORIA

A mis padres, con todo el amor que les tengo, Ricardo Miranda Wong y María del Refugio Briones Sánchez, por haberme apoyado desde la secundaria a perseguir este sueño que tenía, por nunca dejarme caer en aquellos días en que las cosas no salían como quería, por todas las enseñanzas que me han dado a lo largo de mi vida, por mostrarme que es posible construir un mundo en donde quepan muchos mundos.

A mi novia, Margarita Silva Trejo, por apoyarme en este sueño que tenía y acompañarme en toda esta etapa que implicó mucho sacrificio debido a la distancia habida entre los dos. Por ser mi motivación, consejera y estar conmigo en los momentos tanto buenos como malos.

A mis hermanas, Ana Luisa Miranda Briones y Rocío Guadalupe Miranda Briones, por aconsejarme desde tiempos inmemoriales, por ser una guía para mí y por estar conmigo en todo momento a pesar de la distancia.

A mi bella sobrina, Belén Hernández Miranda, por recordarme a que en la vida hay que luchar en todo momento, siempre sonreír, y por darme la esperanza de que todavía es posible un mundo mejor.

# ÍNDICE GENERAL

<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1 LA MOVILIDAD EN LA COMARCA LAGUNERA Y EN TORREÓN .....	12
1.1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA .....	12
1.1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	13
1.1.3 EL FERROCARRIL .....	16
1.1.4 EL FERROCARRIL (TRANVÍA ELÉCTRICO) LERDO – TORREÓN ....	19
1.1.5 TRANVÍA URBANO ELÉCTRICO EN TORREÓN .....	23
1.1.6 EL AUTOMÓVIL / CAMIONES .....	26
1.1.7 TORREÓN EN LA ACTUALIDAD .....	29
1.2 DEFINICIÓN DE UNA MOVILIDAD URBANA INTEGRAL Y SOSTENIBLE .....	35
1.3 APROXIMACIONES CUANTITATIVAS A LA MOVILIDAD URBANA INTEGRAL Y SOSTENIBLE .....	40
1.3.1 ENFOQUE ALTERNATIVO DE DEMANDA Y OFERTA .....	40
1.3.2 ANÁLISIS DE REDES COMPLEJAS .....	41
1.3.3 AGENTES (SEMÁFOROS – PUENTES PEATONALES – PUENTES VEHICULARES) .....	42
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>44</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	44
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	44
<b>3 MÉTODOS Y MATERIALES .....</b>	<b>45</b>
3.1 ÁREA DE INVESTIGACIÓN, FUENTES DE DATOS Y PROCESAMIENTO DE DATOS .....	45
3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	47
3.2.1 MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE LA RED .....	47
3.2.2 MEDIDAS DE CENTRALIDAD .....	48
3.2.3 DENSIDAD .....	49
3.2.4 PROCESO DE CUALIFICACIÓN DE LA VÍA .....	50
3.2.5 PROCESO DE OPTIMIZACIÓN .....	52
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
<b>5 DISCUSIÓN .....</b>	<b>62</b>

<b>6 CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>7 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>65</b>
<b>8 ANEXOS.....</b>	<b>68</b>
8.1 ANEXO I – OBTENCIÓN DEL ÍNDICE GENERAL.....	68
8.2 ANEXO II – CENTRALIDAD DE INTERMEDIACIÓN DE LAS DIFERENTES PROPUESTAS.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera. ....	13
FIGURA 2. Torreón que servía para vigilar las aguas del río Nazas, construido por Doña Luisa Ibarra en 1870. ....	15
FIGURA 3. Sitio en donde se cruzaban las vías del Ferrocarril Central y el Ferrocarril Internacional .....	18
FIGURA 4. Trayecto que tenía el tranvía eléctrico interurbano de Lerdo a Torreón .....	20
FIGURA 5. Trabajadores y viajeros en el Tranvía Eléctrico de Lerdo a Torreón .....	22
FIGURA 6. Trayectos que tenían los diferentes circuitos del tranvía urbano en la ciudad de Torreón .....	25
FIGURA 7. Rieles del Tranvía Urbano en Torreón sobre la Avenida Hidalgo en la década de 1920.....	26
FIGURA 8. Obras de construcción del puente para automóviles sobre el río Nazas .....	28
FIGURA 9. Evolución de los diferentes tipos de movilidad que han existido en Torreón..	29
FIGURA 10. Crecimiento histórico territorial de la ciudad de Torreón. ....	31
FIGURA 11. Evolución de vehículos de motor registrados en circulación, desde 1980 hasta 2016. ....	32
FIGURA 12. Interior de una de los camiones del transporte público (izquierda) y escaleras para acceder las cuales no permiten que sean usadas por gente con movilidad reducida (derecha). ....	33
FIGURA 13. Ciclovía ubicada en la Línea Verde, la cual tiene una extensión de 5 km. ...	33
FIGURA 14. Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire. El valor registrado es el promedio anual de las 52 mediciones que realizaron en el 2016. Se puede observar que la calidad del aire es considerada de regular a mala. ....	34
FIGURA 15. Modelo territorial de expansión continuada de la ciudad y sus consecuencias. ....	36
FIGURA 16. Pirámide invertida de transporte, la cual busca priorizar las formas de desplazamiento más sostenibles. ....	39
FIGURA 17. Área de investigación (Torreón). Las líneas rojas corresponden a las vías consideradas como primarias, las amarillas como las colectoras y las azules como las secundarias. ....	46

FIGURA 18. Red de Infraestructura Ciclista propuesto por el Ayuntamiento de Torreón.	51
FIGURA 19. Mapa de intensidad de tráfico de la ciudad de Torreón utilizando la intermediación como medida de centralidad.	54
FIGURA 20. Mapa en donde se representa la centralidad de alcance global calculada para cada una de las unidades económicas registradas ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en la ciudad de Torreón.	55
FIGURA 21. Mapa con los resultados del cálculo de la densidad de kernel utilizando las unidades económicas registradas ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en la ciudad de Torreón.	56
FIGURA 22. Mapa con los resultados del cálculo de la densidad de kernel utilizando las líneas existentes de transporte público en la ciudad.	57
FIGURA 23. Población por colonia en la ciudad de Torreón	58
FIGURA 24. Ubicación de los parques industriales existentes en Torreón (polígonos grises), así como de las universidades/facultades (públicas y privadas) con mayor población estudiantil (círculos rojos). El tamaño del círculo es proporcional a la cantidad de estudiantes.	59
FIGURA 25. Red de Infraestructura Ciclista propuesto en el presente TFM.	60
FIGURA 26. Probabilidad acumulada de la Centralidad de intermediación para cada una de las propuestas: sin ciclovías (rojo), propuesta por parte del ayuntamiento (amarillo), propuesta personal (verde).	61

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Crecimiento poblacional de la ciudad de Torreón, del municipio y porcentaje de población urbana. ....	30
TABLA 2. Desarrollo de iniciativas por parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en cuestión de transporte sostenible. ....	36
TABLA 3. Descripción de cada una de las diferentes infraestructuras ciclistas propuesta por el Ayuntamiento de Torreón. ....	51
TABLA 4. Porcentajes de la centralidad de intermediación con respecto a cada una de las propuestas. ....	61



## RESUMEN

La movilidad urbana se ha convertido en uno de los mayores conflictos que enfrentan las ciudades en todo el mundo debido al acelerado crecimiento poblacional. En la actualidad, esta movilidad es principalmente realizada a través del automóvil, lo que ha provocado la aparición de problemas como un incremento en la exclusión social, mayor consumo energético y una disminución en la calidad del aire debido a la contaminación atmosférica. Torreón, a pesar de ser considerada una ciudad de tamaño mediano, no está exenta de dichos problemas causados por el uso excesivo de este medio de transporte. Basado en esto, se busca proponer un nuevo modelo de movilidad urbana en la ciudad de Torreón, en el cual, sea un derecho de todas las personas el poderse desplazar, sea visto como un factor de equilibrio social y que sea sostenible desde una perspectiva social, energética y medioambiental.

Utilizando medidas de centralidad en redes complejas, así como el enfoque primario como método de representación de la red de calles, se ha realizado un análisis exhaustivo de las principales vialidades en la ciudad con el objetivo de identificar cuáles son las que presentan mayor volumen vehicular. Al mismo tiempo, usando herramientas como los sistemas de información geográfica, se han llevado a cabo diferentes análisis de aspectos como unidades económicas existentes, ubicación de las universidades, red de transporte público y distribución de la población en la ciudad, con el fin de determinar posibles lugares de atracción de viajes y así proponer una red de infraestructura ciclista.

De acuerdo a los resultados, el área norte y el centro histórico de Torreón son los sitios que presentan un mayor dinamismo económico. Asimismo, la mayoría de los habitantes viven en zonas consideradas céntricas, por lo que los recorridos durante el día se realizan desde adentro hacia afuera. Finalmente, existe una mala distribución de las líneas del transporte público, viéndose esto reflejado principalmente en las periferias de la ciudad, en donde hay una escasez del servicio.

*Palabras Claves: Torreón, Movilidad Urbana Sostenible, Infraestructura Ciclista, Redes Complejas, Medidas de Centralidad, Sistemas de Información Geográfica*

## ABSTRACT

Urban mobility has become in one of the biggest difficulties facing cities around the world due to the accelerated population growth. Currently, this mobility is mainly carried out through the automobile, which has caused the rising of problems such as an increase in social exclusion, greater energy consumption and a decrease in air quality due to air pollution. Even though Torreon is considered a medium-sized city, is not exempt from such problems caused by the excessive use of this means of transportation. Based on this, the aim is to propose a new model of urban mobility in Torreon, in which, all citizens have the right of movement, be seen as a factor of social equilibrium and be sustainable from a social, energetic and environmental perspective.

Using measures of centrality in complex networks, as well as the primary approach as a method of representing the street network, an exhaustive analysis of the main roads in the city has been made in order to identify which are the ones with the highest vehicular volume. At the same time, using tools, like geographic information systems, different analyzes have been held on aspects such as existing economic units, location of universities, public transportation network and distribution of the population in the city, in order to determine possible places of attraction of trips and consequently propose a network of cycling infrastructure.

According to the results, the north area and the center of Torreon are the sites that present a greater economic dynamism. Likewise, most of the inhabitants live in areas considered central, so the trips during the day are made from the inside to outside. Finally, there is a poor distribution of public transport lines, which is reflected mainly in the peripheries of the city where there is a lack of the service.

*Keywords: Torreon, Sustainable Urban Mobility, Cycling Infrastructure, Complex Networks, Centrality Measures, Geographic Information System*

# 1 INTRODUCCIÓN

Desde la segunda mitad del siglo XX, la población, en la mayoría de los países, ha empezado a dejar sus hogares localizados en zonas rurales para emigrar a las ciudades en búsqueda de oportunidades. Esto ha provocado que, en la actualidad, más de la mitad de la población mundial resida en zonas urbanas. Esta migración ha hecho que las ciudades tengan un acelerado crecimiento en términos de extensión, ocasionando el surgimiento de múltiples problemas, siendo uno de ellos la movilidad urbana.

Diariamente, las personas en las ciudades realizan desplazamientos de un lugar a otro, siendo realizados de múltiples maneras, dependiendo de varios factores. Sin embargo, en la mayoría de estos viajes se utiliza el automóvil como forma de movilidad debido a que es considerado como un medio de transporte cómodo y rápido. No obstante, el uso excesivo que se le ha dado a los vehículos durante las últimas décadas, ha ocasionado el surgimiento de varios problemas como el congestionamiento de las ciudades y la disminución de la calidad del aire debido a la contaminación atmosférica (con su respectivo daño a la salud de las personas).

Como una forma de resolver los impactos generados por el uso de este medio de transporte, la administración pública se ha dedicado a la construcción de redes de infraestructura. Desafortunadamente, esta solución únicamente ha ocasionado mayores congestionamientos, una mayor dispersión de la ciudad y un aumento, aún mayor, en la utilización del automóvil (Paradoja de Jevons, 1865).

Debido a lo anterior, y a que no toda la población tiene acceso a esta forma de desplazamiento, cada vez son más la cantidad de metrópolis en todo el mundo que han comenzado a emprender acciones para restringir el uso del automóvil y promover o mejorar otras formas de movilidad en la ciudad, las cuales sean integrales y sostenibles desde una perspectiva social, energética y ambiental. Para esto, se han tenido que llevar a cabo diferentes investigaciones utilizando metodologías diversas para la obtención de resultados y así tener una mejor toma de decisiones.

Aun cuando la Zona Metropolitana de la Laguna sea considerada como una sola urbanización, debido a su amplitud, se tomó la decisión de acotar el área de estudio. El presente trabajo únicamente se centrará en Torreón, el cual es el principal municipio de la metrópoli y que, a pesar de ser considerada una ciudad de tamaño mediano, tanto en población como en extensión territorial, no está exenta de los problemas generados por el uso excesivo del automóvil como medio de desplazamiento.

El presente Trabajo Final de Máster está dividido de la siguiente manera. En la primera sección, se presenta una breve descripción de la situación geográfica de la Comarca Lagunera y de Torreón, se mencionan las diferentes formas de movilidad que han existido desde su fundación, y se muestra la situación actual en la ciudad. Después, se define el significado de una movilidad urbana integral y sostenible, teniendo en cuenta la opinión de

diferentes autores y organizaciones, mencionándose el cómo se ha implementado en varias ciudades en el mundo. Finalmente, se comentan algunas aproximaciones cuantitativas como el enfoque alternativo de demanda y oferta y las redes complejas. En la segunda sección, se definen tanto el objetivo general como los objetivos específicos del presente trabajo. En la sección tres, se presenta el área de investigación, se comentan las fuentes de datos, así como las herramientas utilizadas para su procesamiento. Los métodos de investigación son también explicados en este apartado. Los resultados, la discusión y las recomendaciones para futuras investigaciones son mencionadas en las secciones cuatro y cinco, respectivamente. Finalmente, las conclusiones son presentadas en la sección seis.

## **1.1 LA MOVILIDAD EN LA COMARCA LAGUNERA Y EN TORREÓN**

### **1.1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA**

La Comarca Lagunera es una región que se encuentra en el norte – centro de México, ocupando el extremo meridional del Bolsón de Mapimí. Se localiza entre los meridianos 102°22'09" y 104°46'12" de longitud oeste y, los paralelos 24°22'21" y 26°52'54" latitud norte. Su altitud media sobre el nivel del mar es de 1,374 metros. Debe su nombre a las lagunas que se formaban por el paso del Río Nazas y el Río Aguanaval, hasta antes de la construcción de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco (conocidas popularmente como "El Palmito" y "Las Tórtolas", respectivamente). Debido al paso de estos ríos, la región se ha caracterizado, por muchos años, de tener una actividad económica basada en la agricultura.

Esta zona comprende partes de los estados de Coahuila de Zaragoza y Durango, alcanzando un área de 42,722.25 km<sup>2</sup>, correspondiendo un 38.5% a la primera entidad federativa y un 61.5% a la segunda (figura 1). Los municipios de Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Torreón y Viesca pertenecen a Coahuila de Zaragoza mientras que por el estado de Durango forman parte los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí, Nazas, Rodeo, Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo y Tlahualilo. Dentro de la región, se encuentra la Zona Metropolitana de la Laguna (ZML), la cual está conformada por los municipios de Torreón, Matamoros, Gómez Palacio y Lerdo.

La temperatura media anual se sitúa entre los 18°C y 22°C, llegando a alcanzar temperaturas máximas extremas de 44°C durante los meses de verano y una temperatura mínima extrema de -10°C durante el invierno. Su clima es considerado muy árido semicálido (BWhw), de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García Amaro (1970). Su precipitación media anual es entre los 125 y 400 milímetros, presentándose principalmente durante el verano y el otoño.



Figura 1. Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Dadas las características de la Región Lagunera (clima extremoso, poca precipitación pluvial), hacen que la presencia del Río Nazas y el Río Aguanaval tomen mayor significancia (principalmente del primero dado que su cauce atraviesa la Zona Metropolitana de La Laguna), incluso la gente de la región llega a reverenciar al Río Nazas llamándolo “el Padre Nazas”.

### 1.1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Aun cuando se tiene información de la Comarca Lagunera desde inicio de la época Colonial (siglo XVI), no fue sino hasta mediados del siglo XIX que comenzó su integración regional debido a la explotación intensiva de los ríos Nazas y Aguanaval para el cultivo del algodón. Sin embargo, para poder comprender el nacimiento y posterior desarrollo de la ciudad de Torreón y de su zona metropolitana, es necesario remontarnos a la época Colonial.

Durante la Colonia, la Comarca Lagunera formaba parte del Reino de Nueva Vizcaya, que tenía como ciudad capital a Victoria de Durango. Eran tierras realengas, es decir, “tierras

que pasaron por derecho de conquista a formar parte del patrimonio de la corona de España” (Del Bosque Villareal, 2007, pp. 6).

En La Laguna, las misiones de colonización estuvieron a cargo de la Compañía de Jesús, teniendo como fundación más importante a Santa María de Las Parras (hoy Parras de la Fuente, Coahuila) en el año de 1598. Asimismo, se fundaron varias poblaciones como San Juan de Casta (actualmente ejido León Guzmán, en el municipio de Lerdo), Mapimí, Cuencamé y San Pedro de las Colonias. Estas poblaciones sirvieron posteriormente para la formación de tres grandes latifundios: Santa Ana de los Hornos, San Juan de Casta y el Marquesado de Aguayo, siendo este último el latifundio más grande de todo México durante la época Colonial (Guerra, 1953, pp. 22 - 44).

El origen del Marquesado de Aguayo se remonta a finales del siglo XVI, en las mercedes de tierra otorgadas a Francisco de Urdiñola, uno de los conquistadores más activos de la parte norte de la Nueva España. Tras la muerte del conquistador, su legado paso a manos de su descendencia femenina y, en 1682, “la boda de su bisnieta con el marqués de San Miguel de Aguayo y Santa Olalla, permitió constituir el mayorazgo de Aguayo” (Romero Navarrete, 2007, pp. 46). Este extenso latifundio comprendía parte de los estados de Coahuila de Zaragoza y Durango, abarcando un área de 60,000 km<sup>2</sup> y en él se encontraba la gran Hacienda de San Lorenzo de La Laguna.

Sin embargo, un latifundio tan grande como el Marquesado de Aguayo era difícil de administrar y, a partir de 1750, comenzó su decadencia debido a su mala administración, al desarrollo de proyectos fallidos y al derroche económico de los miembros de la familia, quienes vivían en Ciudad de México y que rara vez visitaban sus tierras. Así, en 1810, año del inicio de la lucha por la independencia del país, el latifundio se encontraba prácticamente en quiebra, y fue hasta tiempo después de la consumación de la independencia de México cuando fue rematada y adquirida por los señores Sánchez Navarro en el año de 1840<sup>1</sup>.

Los nuevos propietarios del latifundio comenzaron a diversificar la producción introduciendo cultivos como el algodón, lo que hizo que la Hacienda de San Lorenzo de La Laguna tuviera más actividad. No obstante, la deuda contraída de los Sánchez Navarro con los herederos del Marqués de Aguayo los orilló a deshacerse de algunos territorios del extenso latifundio, entre las que se encontraba la Hacienda de San Lorenzo de La Laguna, la cual fue vendida en 1848 a los señores Juan Ignacio Jiménez y Leonardo Zuloaga (E. Fujigaki Cruz, 2001, pp. 115), este último propietario de la Hacienda de Santa Anna de los Hornos (hoy municipio de Viesca) y, por matrimonio con Doña Luisa Ibarra, de la Hacienda de San Lorenzo de Las Parras.

Una vez adquirida San Lorenzo de La Laguna, Juan Ignacio Jiménez y Leonardo Zuloaga decidieron dividir la hacienda en dos partes, quedándose el señor Jiménez con las tierras que se encontraban en el margen izquierdo del río Nazas (correspondiendo a la parte del

---

<sup>1</sup> El Siglo de Torreón, *Rumbo al Centenario*, publicado el 26 de septiembre de 2004. Recuperado el 08 de abril de 2018.

estado de Durango), y el señor Zuloaga con los terrenos en el margen derecho, (perteneciente al estado de Coahuila de Zaragoza). Asimismo, resolvieron fijar los límites y usos de agua con Don Juan Nepomuceno Flores, propietario de la Hacienda de San Juan de Casta (en donde se encontraba a su vez la Hacienda de San Fernando, actualmente Ciudad Lerdo) y que la había adquirido el terrateniente en 1836<sup>2</sup>.

Dentro de sus tierras, Juan Ignacio Jiménez decidió fundar la Hacienda de Santa Rosa (hoy Gómez Palacio) y llevar a cabo obras para el aprovechamiento de las aguas del río Nazas como la construcción de la presa de “Calabazas”. Por su parte, en 1850, Leonardo Zuloaga fundó en sus terrenos el Rancho El Torreón (figura 2), y construyó una presa derivadora, conocida como “El Carrizal” que, en 1858, fue reemplazada por la presa “El Coyote” debido a que la primera fue destruida en una gran avenida que tuvo el río Nazas (Guerra, 1932, pp. 57). Además, dentro de la porción de tierra perteneciente al señor Zuloaga se encontraban los poblados de San Antonio de los Milagros y Las Vegas de Marrufo (actualmente Matamoros).

Cuando las presas y los primitivos canales de riego comenzaron a funcionar, se amplió el cultivo de frijol, maíz y, sobre todo, el algodón. Empezaron a llegar a la Hacienda de San Fernando, a la Hacienda de Santa Rosa y al Rancho El Torreón personas provenientes de poblados cercanos. Sin embargo, el estallido de la guerra contra la intervención francesa en México hizo cambiar el panorama de la región. Por otra parte, el problema que tuvo Leonardo Zuloaga con los pobladores de Las Vegas de Marrufo por la posesión de las tierras, hizo que su salud empeorara, falleciendo finalmente en 1865, haciéndose cargo de sus propiedades su esposa Doña Luisa Ibarra.



*Figura 2. Torreón que servía para vigilar las aguas del río Nazas, construido por Doña Luisa Ibarra en 1870.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Terminada la guerra contra la intervención francesa en México, el gobierno encabezado por el entonces presidente del país Benito Juárez confiscó, en 1867, las propiedades de Doña Luisa Ibarra y Juan Ignacio Jiménez por haber apoyado a las tropas extranjeras francesas;

---

<sup>2</sup> El Siglo de Torreón, *Crónica Lerdense*, publicado el 20 de mayo de 2018, Recuperado el 21 de mayo de 2018.

sin embargo, tiempo después éstas fueron devueltas a sus respectivos dueños. Debido a lo anterior, tanto la señora Ibarra como el señor Jiménez contrajeron enormes deudas por lo que se vieron obligados a vender partes de la Hacienda de San Lorenzo de La Laguna. Esto provocó que aparecieran pequeños agricultores que aprovecharon la tierra para el cultivo del algodón. De esta forma “la productividad algodонера siguió y de un mínimo de 5 mil pacas en los años 1850, con valor de 250 mil pesos, se pasó en 1880, a producir 24 mil pacas con un valor de un millón y medio de pesos” (Martínez Saldaña, 1990, pp. 219), atrayendo a la región negocios y empresarios de diferentes partes del país.

A pesar del crecimiento antes mencionado, y que existía la tecnología para la explotación del recurso hídrico para la siembra de algodón, la falta de comunicaciones hacía muy difícil la exportación del producto a otras regiones del país, ya que la zona se mantenía muy aislada de los grandes centros poblacionales. Los vehículos de transportación por excelencia eran las carretas primitivas tiradas por bueyes o burros, por lo que un viaje de ida hasta Ciudad de México podía tomar los tres meses. Sin embargo, lo anterior cambiaría radicalmente gracias a la llegada del medio de transporte más avanzado de la época: el ferrocarril.

### 1.1.3 EL FERROCARRIL

Uno de los progresos tecnológicos más importantes que se dieron en la Revolución Industrial fue la creación del ferrocarril. Estos empezaron usando la fuerza animal como medio de locomoción para después dar paso a la máquina de vapor. En 1825 se inauguró en Inglaterra la primera línea de ferrocarril con tracción de vapor entre Stockton y Darlington (M. W. Kirby, 2002, pp. 3), dando comienzo a la construcción masiva de líneas férreas por todo el mundo.

La penetración del ferrocarril en México se dio de forma lenta en sus primeros años debido a múltiples factores (inestabilidad política, falta de recursos económicos y guerras con potencias extranjeras). En 1837 se otorgó la primera concesión para la construcción del Ferrocarril Mexicano que uniría la Ciudad de México con el puerto de Veracruz. Sin embargo, se necesitarían más de 30 años para su terminación y puesta en marcha. De esta forma, para el inicio del “Porfiriato” en 1876, existían en México aproximadamente 600 kilómetros de vías férreas (J. Saxe-Fernández, 2016, pp. 404).

Teniendo un país sin recursos para invertir en esta forma de transporte, el gobierno de México (encabezado por Porfirio Díaz), tomó la decisión de otorgar concesiones a empresas extranjeras (principalmente estadounidenses) para que se encargaran de la construcción de las líneas del ferrocarril. Así, en 1880 la Compañía Limitada del Ferrocarril Central Mexicano realizó los trámites correspondientes ante el gobierno mexicano para recibir la concesión y construir la línea que comunicaría la Ciudad de México con Paso del Norte (hoy Ciudad Juárez, Chihuahua).



La Comarca Lagunera había sufrido muchos cambios para esos años. En 1863 le fue expropiado a Don Juan Nepomuceno Flores la Hacienda de San Fernando, fundándose en 1867 la villa Lerdo de Tejada, convirtiéndose, de esta manera, en la localidad más importante de la región. En 1877 falleció Juan Ignacio Jiménez, lo que provocó que se repartieran las tierras entre sus hijos quienes decidieron utilizarlas como forma de liquidar deudas o vendérselas a empresarios como Don Santiago Lavín Cuadra, que terminó siendo el propietario de la Hacienda de Santa Rosa y de sus alrededores. Mientras tanto, Doña Luisa Ibarra había tenido que vender partes del latifundio para liquidar deudas adquiridas, aunque, para 1880, todavía conservaba el rancho “El Torreón” que era administrado por Don Andrés Eppen Aschenbornx, trabajador de la Casa Rapp Sommer y Compañía.

Para 1882, la Compañía Limitada del Ferrocarril Central Mexicano no contemplaba su paso por la Comarca Lagunera sino por la ciudad de Victoria de Durango. Al enterarse de la construcción del ferrocarril, y debido al gran auge económico que estaba experimentando la región producto de la cosecha de algodón, Andrés Eppen solicitó a Doña Luisa Ibarra la cesión de los terrenos necesarios, pertenecientes al rancho El Torreón, para la construcción de las vías del ferrocarril y de una estación (conocida como “Estación Torreón”), la cual aceptó y firmó en agosto de 1883. Al ver la acción de Andrés Eppen, Santiago Lavín regaló a la empresa ferroviaria los terrenos necesarios para el derecho de vía y la construcción de una estación (llamada como “Estación Lerdo”) enfrente de la Hacienda de Santa Rosa, y poder exportar su producto más fácilmente.

El Ferrocarril Central Mexicano entró en funcionamiento en 1884, comunicando a la Ciudad de México con Paso del Norte, cruzando por las estaciones Torreón y Lerdo en su recorrido por la Comarca Lagunera<sup>3</sup>. Los beneficios por el cruce del ferrocarril se hicieron notar de forma inmediata, especialmente para Santiago Lavín, que pudo exportar una mayor cantidad de productos (principalmente algodón y maíz), llevándolos a diferentes partes del país. Lo anterior originó que la gente empezará a adquirir tierras (propiedad de Santiago Lavín) en los alrededores de la Estación Lerdo. Debido a esto, una de las condiciones impuestas por el señor Lavín fue que la nueva localidad debería de llevar el nombre de Gómez Palacio, en honor a un exgobernador del estado de Durango.

Hasta 1888, la Estación Lerdo (que se encontraba aproximadamente a 4 kilómetros de la villa de Lerdo) era más importante que la Estación Torreón, debido a que en ésta únicamente el ferrocarril se detenía cuando le hacían la señal de parada. Sin embargo, la anunciada llegada del Ferrocarril Internacional Mexicano transformó radicalmente a la zona, ya que “atravesó las vías del Ferrocarril Central Mexicano en su ruta hacia las ciudades de Victoria de Durango y Mazatlán, y propició uno de los fenómenos de crecimiento urbano más grandes del Porfiriato: Torreón” (González Morales, 1990, pp. 49).

Para antes de la llegada del Ferrocarril Internacional Mexicano, Andrés Eppen había estado viendo la posibilidad de crear un centro de población cercano a los terrenos del ferrocarril.

---

<sup>3</sup> El Siglo de Torreón, *La Laguna y sus Hombres / Capítulo El Ferrocarril Central Mexicano*, publicado el 04 de octubre de 2005, Recuperado el 03 de marzo de 2018.

En 1886 había fallecido Doña Luisa Ibarra sin poder liquidar las deudas que tenía con la Casa Rapp Sommer y Compañía, por lo que ésta pasó a ser la propietaria del Rancho El Torreón. Posteriormente en 1887, Andrés Eppen contrató los servicios del ingeniero Federico Wulff (quien se encontraba para ese entonces en la región) para realizar el trazado de unas manzanas de tierra cercano al lugar en donde iba a cruzar el Ferrocarril Internacional con el Ferrocarril Central. Así, para el mes de enero de 1888, Andrés Eppen vendía las primeras manzanas a los primeros colonos del nuevo centro poblacional.

El Ferrocarril Internacional Mexicano llegó a Torreón el primero de marzo de 1888 para unir esta población con la Ciudad Porfirio Díaz (hoy Piedras Negras, Coahuila)<sup>4</sup>. Para que esto sucediera, fue necesario que la Casa Rapp Sommer y Compañía (propietaria del Rancho El Torreón) utilizara su influencia para poder cambiar el trazo previsto del ferrocarril, ya que, en un inicio, se contemplaba hacer la unión con las vías del Ferrocarril Central en la Estación Lerdo.

El cruce del Ferrocarril Central y el Ferrocarril Internacional convirtieron a Torreón en una de las localidades mejores comunicadas en el país (figura 3). Pronto comenzaron a llegar gente de diversas partes del país y del mundo para establecerse y emprender negocios. Así, años después del cruce de ambos ferrocarriles, existían en Torreón múltiples empresas de diversos ramos como la Fábrica de Aceites y Jabones “La Unión”, Fábrica de Hilados y Tejidos “La Fe” y la Fábrica de Aceites “La Alianza”, por mencionar algunos.



*Figura 3. Sitio en donde se cruzaban las vías del Ferrocarril Central y el Ferrocarril Internacional*

*Fuente: Elaboración propia.*

Pocos años después, surgirían nuevas líneas de ferrocarril que cruzarían por la zona como el Ferrocarril Coahuila y Pacífico (partiendo de la ciudad de Saltillo para llegar a Torreón), el Ferrocarril de Lerdo a San Pedro (saliendo de la Estación Lerdo con destino a San Pedro de las Colonias) y algunos ramales construidos por el Ferrocarril Central Mexicano. De esta forma, para inicios del siglo XX, Torreón era la estación ferroviaria más importante de México (González Morales, 1990, pp. 50). “El auge ferrocarrilero de Torreón alcanzó el

---

<sup>4</sup> *Ibid.*

máximo desarrollo en los años de 1905, 1906 y 1907, a un grado tal, que las estadísticas de esos años arrojan un tonelaje más alto en la Estación de Torreón que en la propia Estación del Central en la Ciudad de México” (Guerra, 1932, pp. 404).

El paso del ferrocarril por la zona provocó una transformación completa. La llegada de personas de otros lugares hizo que empezará a haber un crecimiento acelerado de la población en las pequeñas localidades existentes. Así, en 1894, la villa de Lerdo fue la primera localidad de la zona que obtuvo el rango de ciudad. La Estación Lerdo del ferrocarril poco después fue conocida como Gómez Palacio y, en 1890, ya era considerada propiamente una ciudad por muchas personas, pero no fue sino hasta 1905 cuando fue declarada municipio, quitándole de esta forma parte de territorio al municipio de Lerdo. Sin embargo, el centro poblacional que tuvo una transformación más acelerada fue Torreón, ya que en 1893 fue ascendida al rango de villa y en 1907 fue declarada ciudad, ocupando de esta forma, el papel de principal centro urbano de la Comarca Lagunera.

Debido al gran desarrollo económico que estaba experimentando la región, pronto se vio la necesidad de contar con un medio de transporte rápido y eficaz que comunicara a las tres ciudades de forma continua. A su vez, a causa de su acelerado crecimiento poblacional, Torreón requirió de un sistema transporte que pudiera cubrir gran parte de la naciente ciudad. Los anteriores problemas fueron resueltos con la construcción y puesta en marcha del servicio del Ferrocarril (Tranvía Interurbano) Lerdo – Torreón y el Tranvía Urbano Eléctrico.

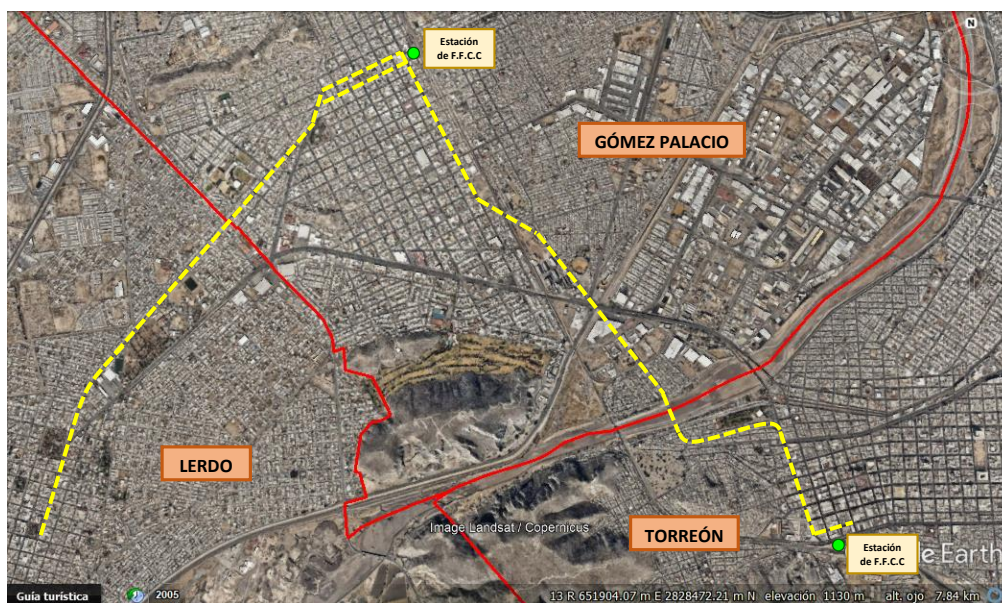
#### 1.1.4 EL FERROCARRIL (TRANVÍA ELÉCTRICO) LERDO – TORREÓN

El paso de los ferrocarriles por la región fue el detonante para el surgimiento de nuevos centros poblaciones. Para ese entonces, la villa de Lerdo era la localidad más próspera de la zona, sin embargo, tenía la problemática de encontrarse a 4 kilómetros de la estación del ferrocarril, la cual se ubicaba en Gómez Palacio (que, como se mencionó anteriormente, era conocida en un inicio con el nombre de Estación Lerdo). Debido a la dificultad que representaba transportar las mercancías desde Lerdo hasta la estación del ferrocarril, en 1889 un grupo de empresarios de esta villa fundó la compañía Tranvías de Lerdo, S.A., encargándose de la construcción y de la puesta en marcha de una línea de tranvías que sería de tracción animal.

En 1892 comenzó a funcionar el “tranvía de mulitas” (conocido popularmente de esa manera por la gente), el cual partía del costado oriente de la Plaza de Armas de la villa de Lerdo, sobre la Calle Reforma (hoy Avenida Francisco I. Madero); después recorría toda esa rúa (pasando por enfrente del Parque Victoria) haciendo un ligero giro hacia la derecha hasta llegar a la Calzada de los Insurgentes (hoy Calzada Jesús Agustín Castro) en donde giraba hacia la izquierda hasta la Calle Hidalgo (hoy Calle Independencia), por donde entraba a Gómez Palacio; por esta vía avanzaba con dirección oriente hasta la Calle Ferrocarril (hoy Avenida Francisco I. Madero) por la cual giraba hacia la derecha para terminar su trayecto afuera del Hotel Unión (hoy Hotel Monárrez), enfrente de la estación

del Ferrocarril Central<sup>5</sup>. Su ruta a Lerdo la realizaba por la Calle Centenario hasta llegar a la Calzada de los Insurgentes para posteriormente regresar por el mismo recorrido descrito.

Debido al éxito del “tranvía de mulitas”, así como el auge económico que estaba experimentando la villa de Torreón (lo cual hacía que mucha gente de Lerdo y Gómez Palacio tuviese que desplazarse a esa localidad), provocó que, en 1895, José Sariñana y otros empresarios de la compañía Tranvías de Lerdo, S.A. solicitaran ante el gobierno la concesión para la ampliación de la ruta del tranvía hasta Torreón. Dicho recorrido iniciaba de la estación del tranvía ubicada enfrente del Hotel Unión; después recorría la Calle Ferrocarril con dirección al sur, girando levemente hacia la izquierda para cruzar la vía del Ferrocarril Central (en donde se ubicaba una caseta de vigilancia para evitar accidentes entre el tranvía y el ferrocarril), más tarde continuaba su trayecto en línea recta hasta cruzar el río Nazas por medio de un puente que había sido construido; ya en Torreón, giraba hacia la izquierda para tomar la base de la ladera del Cerro de La Cruz para, posteriormente, doblar a la derecha y bajar por la Calle Melchor Múzquiz hasta la Avenida Iturbide (hoy Avenida Venustiano Carranza) en donde volteaba a la izquierda hasta llegar a la terminal ubicada un poco más allá de la Calle Ramos Arizpe<sup>6</sup> (figura 4).



*Figura 4. Trayecto que tenía el tranvía eléctrico interurbano de Lerdo a Torreón*

*Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de notas de prensa.*

Para 1898, el servicio de “tranvía de mulitas” ya comunicaba a las poblaciones de Lerdo, Gómez Palacio y Torreón. El servicio era muy rentable como negocio ya que, en uno solo de sus años de servicio transportó un millón doscientos veintidós mil pasajeros; su movimiento de carga fue de dieciocho mil seiscientas toneladas y sus ingresos totales

<sup>5</sup> El Siglo de Torreón, *Recuerdos de Antaño*, publicado el 20 de abril de 1952, pp. 24. Recuperado el 27 de febrero de 2018.

<sup>6</sup> *Ibid*, pp. 24.

fueron más de cien mil pesos<sup>7</sup>. Lo anterior más el rápido crecimiento de la población, tanto en Torreón como en Gómez Palacio, motivó para que los propietarios decidieran transformarla en eléctrica.

La compañía Tranvías de Lerdo, S.A. cambió de razón social por la del Ferrocarril Eléctrico de Lerdo a Torreón, S.A. en el año de 1900, aumentando su capital económico y adquiriendo los tranvías y las plantas eléctricas para el funcionamiento de este transporte. Teniendo una longitud de 10.58 kilómetros (4.82 kilómetros en el tramo de Lerdo a Gómez Palacio y 5.76 de esta localidad a Torreón), el 16 de junio de 1900 fue inaugurado el servicio de los tranvías eléctricos interurbanos de Lerdo a Torreón, siendo la segunda metrópoli del país (después de Ciudad de México) en contar con esta clase de transporte<sup>8</sup>.

El servicio del tranvía eléctrico interurbano contaba con primera y segunda clase, teniendo el viaje un costo de doce y seis centavos respectivamente. Los tranvías comenzaban su jornada entre las cinco y treinta y seis de la mañana, partiendo simultáneamente de Torreón hacia Lerdo y de Lerdo hacia Torreón, en intervalos de quince minutos. El servicio finalizaba hasta la medianoche, permitiéndole a la gente regresar a sus respectivas ciudades sin ningún inconveniente.

A causa de su alta demanda y del excelente servicio que prestaba el tranvía de Lerdo a Torreón (figura 5), la planta eléctrica que se encontraba en Gómez Palacio pronto resultó ser insuficiente, por lo que se vio en la necesidad de construir una nueva, pero en Torreón. Posteriormente, en 1907 la Compañía del Ferrocarril Eléctrico de Lerdo a Torreón, S.A. adquirió a la Compañía de Tranvías de Torreón, S.A. (la cual dos años antes había inaugurado el servicio de tranvía urbano en Torreón), pasando operar a este servicio de transporte público.

A pesar de tener una gran cantidad de demanda por parte de la población de las tres ciudades, el tranvía eléctrico de Lerdo a Torreón comenzó a tener dificultades económicas a partir de la década de 1920, debido a la aparición de otros medios de transporte como el automóvil. Es así como, el 02 de noviembre de 1928, la Electric Bond and Share Company (subsidiaria de General Electric Company) adquiere el control de la empresa Ferrocarril Eléctrico de Lerdo a Torreón, S.A. y con él, el tranvía eléctrico de Lerdo a Torreón, el tranvía urbano existente en Torreón, la planta eléctrica de Gómez Palacio y la planta eléctrica de Torreón<sup>9</sup>. Para que la empresa pudiera operar dentro del marco legal mexicano, se constituyó, de conformidad con ellas, la Compañía Nacional de Electricidad, S.A. Sin embargo, en el plan de negocios que tenía la nueva empresa propietaria del Ferrocarril

---

<sup>7</sup> El Siglo de Torreón, *El Arcón de mis Recuerdos*, publicado el 15 de marzo de 1953, pp. 22. Recuperado el 08 de abril de 2018.

<sup>8</sup> El Siglo de Torreón, *La Desaparición de los Tranvías Urbanos*, publicado el 10 de julio de 1932, pp. 7. Recuperado el 27 de febrero de 2018.

<sup>9</sup> El Siglo de Torreón, *Venta del F.C. Eléctrico*, publicado el 03 de noviembre de 1928, pp. 1. Recuperado el 28 de febrero de 2018.



Eléctrico de Lerdo a Torreón, S.A., no se contemplaba el servicio de transporte público, sino únicamente la venta de energía eléctrica para el bombeo de agua de norias, que para ese entonces comenzaba a incrementarse en la región.



Figura 5. Trabajadores y viajeros en el Tranvía Eléctrico de Lerdo a Torreón

Fuente: Fondo del Concurso de Fotografía Antigua. Centro de Investigaciones Históricas "Juan Agustín de Espinoza, S.J." de la Universidad Iberoamericana, Campus Torreón.

El 09 de julio de 1932 el tranvía urbano en la ciudad de Torreón fue suspendido de forma definitiva, quedando únicamente el servicio del tranvía eléctrico interurbano de Lerdo a Torreón que, buscando favorecer a la ciudadanía, realizó modificaciones a su recorrido original terminando el viaje en la Alameda Zaragoza<sup>10</sup>. Pocas semanas después, ex-trabajadores de este medio de transporte público formaron una sociedad cooperativa con el objetivo de tener el control del tranvía eléctrico de Lerdo a Torreón, debido a la falta de interés por parte de la empresa propietaria. Así, después de casi cuatro años de negociaciones, el 09 de marzo de 1936 la Compañía Nacional de Electricidad, S.A. entregó todo el sistema correspondiente al tranvía eléctrico (exceptuando las plantas generadoras) a la Sociedad Cooperativa Limitada del Ferrocarril Eléctrico de Lerdo a Torreón<sup>11</sup>.

El servicio resurgió brevemente bajo la gestión de la Sociedad Cooperativa ya que se adquirieron nuevas unidades y se hicieron reparaciones a las vías y a las estaciones. Sin embargo, a finales de la década de 1940 la situación comenzó a empeorar debido a razones diferentes. Una de las causas fue que empezó a haber problemas entre los miembros de la Sociedad Cooperativa, siendo algunos de ellos despedidos sin justificación alguna. Otros motivos fueron la dura competencia que en esos años estaba ejerciendo el servicio de camiones y al aumento en el uso del automóvil por parte de los ciudadanos. Además, al

<sup>10</sup> El Siglo de Torreón, *Los Tranvías Urbanos Hoy Van a Rendir*, publicado el 09 de julio de 1932, pp. 1. Recuperado el 26 de febrero de 2018.

<sup>11</sup> El Siglo de Torreón, *El Arcón de mis Recuerdos*, publicado el 17 de mayo de 1953, pp. 22. Recuperado el 08 de abril de 2018.

principio de la década de 1950, la Comarca Lagunera vivió una gran crisis de energía eléctrica, haciendo su costo elevado e incosteable para los tranviarios. Finalmente, una mala administración y poco mantenimiento a las unidades y a las vías hicieron que el servicio empezara a disminuir en frecuencia y en calidad<sup>12</sup>.

Después de más de 50 años de servicio, el 03 de marzo de 1953, a las 14:00 horas, dejó de circular el tranvía eléctrico interurbano de Lerdo a Torreón, siendo sustituido por cinco camiones que empezaron a cubrir su antigua ruta<sup>13</sup>. La Sociedad Cooperativa Limitada del Ferrocarril Eléctrico de Lerdo a Torreón decidió vender por partes las viejas unidades y dismantelar el puente del tranvía sobre el río Nazas. Posteriormente, en el mes de julio de ese año, el Ayuntamiento de Torreón decidió retirar las vías y realizar las obras de pavimentación pertinentes.

“Opiniones autorizadas al respecto, pero manifestadas en lo privado, han sostenido que los tranvías no deberían de haber desaparecido, argumentando en su pro que sí se hubiera pugnado por mejorar ese sistema, puesto que de hecho ya no faltaba más que ponerlo en consonancia con la época presente, con un costo relativamente mínimo en relación con los altos costos de los vehículos de motores de combustión interna, en los cuales, a la larga resulta oneroso hasta su mantenimiento”<sup>14</sup>.

Como en muchas ocasiones, los más perjudicados con la desaparición de este sistema de transporte público fue la población de las tres ciudades, ya que el servicio proporcionado por los operarios de los camiones era de pésima calidad (unidades de segunda mano, tiempo de frecuencia elevado haciendo que los camiones fueran siempre llenos, insultos hacia aquellas personas que se quejaban al respecto, entre otras cosas). Con el paso de los meses y años la gente comenzó a resignarse, añorando los tiempos cuando el servicio de transporte público, proporcionado por el tranvía eléctrico interurbano, era de alta calidad.

### 1.1.5 TRANVÍA URBANO ELÉCTRICO EN TORREÓN

Como se mencionó en un apartado anterior, el acelerado crecimiento poblacional que estaba experimentando la entonces villa de Torreón hizo que pronto fuera necesario el contar con un sistema de transporte público. Debido a lo anterior, en el año de 1905, fue inaugurado por la Compañía de Tranvías de Torreón, S.A., el primer servicio de tranvías eléctricos urbanos en Torreón, con un circuito de una longitud de 2.45 kilómetros y que salía de la Calle Ramos Arizpe; posteriormente daba vuelta en la Avenida Hidalgo, para continuar por ésta hasta llegar a la Calle Treviño, en donde giraba para seguir hasta la Avenida

---

<sup>12</sup> *Ibid*, pp. 22.

<sup>13</sup> El Siglo de Torreón, *Nuevos Buses a Gómez Palacio*, publicado el 04 de marzo de 1953, pp. 1. Recuperado el 26 de febrero de 2018.

<sup>14</sup> El Siglo de Torreón, *El Arcón de mis Recuerdos*, publicado el 07 de junio de 1953, pp. 21. Recuperado el 08 de abril de 2018.

Matamoros, por donde regresaba la ruta hasta la Calle Ramos Arizpe, para llegar a la terminal<sup>15</sup>.

Al año siguiente, en 1906, se inauguró el “Circuito Número 2” del tranvía urbano eléctrico en Torreón debido a que el perímetro de la ciudad se había expandido. Este circuito contaba con una longitud de 3.0 kilómetros y seguía el mismo recorrido que el “Circuito Número 1”, pero con la diferencia de que daba vuelta por la Calle Ramón Corona en vez de la Calle Treviño<sup>16</sup>.

En 1907, la Compañía de Tranvías de Torreón, S.A., es adquirida por la Compañía del Ferrocarril Eléctrico de Lerdo a Torreón, S.A. (la misma que prestaba el servicio de tranvía eléctrico interurbano entre Lerdo – Gómez Palacio – Torreón). Precisamente en ese año, se pone en funcionamiento el circuito que comunicaba a la recién nombrada ciudad de Torreón con la compañía metalúrgica (instalada a las afueras del centro urbano en 1900) debido al aumento considerable de empleados y trabajadores en la empresa. Este circuito tenía una longitud aproximada de 2.80 kilómetros y partía directamente de la metalúrgica, corriendo por la Calle Ignacio Comonfort dando vuelta en la Avenida Juárez para dirigirse hacia el poniente hasta la Calle Jiménez, para doblar por la Avenida Hidalgo hasta entroncar con el “Circuito Número 2”<sup>17</sup>.

Cuatro años después de la construcción del “Circuito Número 2”, en 1910 entra en funcionamiento el “Circuito Número 3” (conocido simplemente por la población como el “Circuito”) teniendo una longitud de 6.50 kilómetros y el cual partía, inicialmente, de la Avenida Matamoros y Calle Ramón Corona para después dar vuelta en la Calle Galeana con dirección hacia el norte hasta la Avenida Escobedo, posteriormente continuaba su camino por dicha avenida hasta la Calle Guadalupe Victoria (actualmente Calle Francisco I. Madero) en donde giraba hacia el sur hasta la Avenida Juárez; por esta vía se desplazaba hacia el poniente hasta la Calle Jiménez, para doblar por la Avenida Hidalgo hasta entroncar con el “Circuito Número 2”<sup>18</sup> (figura 6).

Pocos años después, se suspendieron el “Circuito Número 1”, el “Circuito Número 2” y el “Circuito de Metalúrgica”. El primero de ellos se debió a su cortedad, debido al crecimiento de población que estaba experimentando Torreón, mientras que el “Circuito Número 2” como el “Circuito de Metalúrgica” fueron abandonados a causa de su ineficiencia (el primero debido a que el “Circuito Número 3” podía hacer el mismo recorrido y el segundo se debió al crecimiento de su colonia de empleados y trabajadores).

---

<sup>15</sup> El Siglo de Torreón, *La Desaparición de los Tranvías Urbanos*, publicado el 10 de julio de 1932, pp. 7. Recuperado el 27 de febrero de 2018.

<sup>16</sup> *Ibid*, pp. 7.

<sup>17</sup> *Ibid*, pp. 7.

<sup>18</sup> *Ibid*, pp. 7.



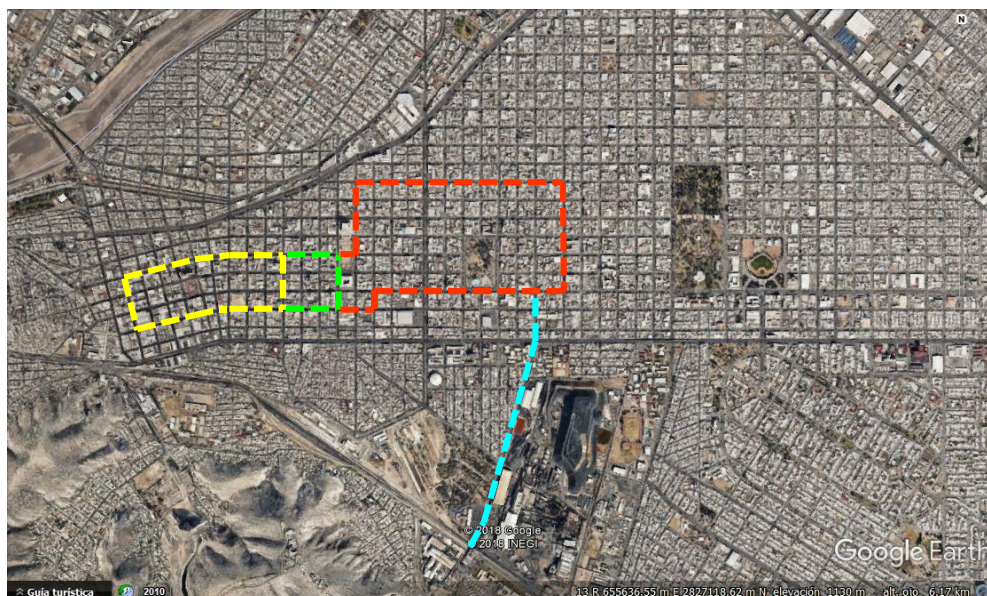


Figura 6. Trayectos que tenían los diferentes circuitos del tranvía urbano en la ciudad de Torreón  
Circuito 1: Amarillo, Circuito 2: Verde, Circuito 3: Rojo, Circuito de Metalúrgica: Azul.  
Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de notas de prensa.

En 1927, el servicio de los tranvías urbanos en Torreón pasaba por serias dificultades económicas, tanto así que la compañía “Ferrocarril Eléctrico de Lerdo a Torreón, S.A.”, propietaria de dicho transporte, implementó en los primeros días del mes de febrero de ese año una reducción de sueldos a los trabajadores de un 10%<sup>19</sup>. Después, a finales de 1928, la Electric Bond and Share Company adquiere a la empresa Ferrocarril Eléctrico de Lerdo a Torreón, S.A., tomando total control del tranvía urbano existente en la ciudad de Torreón. Como se señaló en el subcapítulo anterior, la nueva empresa no contemplaba en sus planes de negocios el servicio de transporte público suministrado por el tranvía urbano, debido a que únicamente estaba interesada en la venta de energía eléctrica para el bombeo de agua de norias.

Es así como el 09 de julio de 1932, a las 22:55 de la noche, terminó el servicio de los tranvías urbanos en la ciudad de Torreón, después de 27 años de servicio<sup>20</sup>. El argumento dado por la Compañía Nacional de Electricidad, S.A. fue que el servicio era incosteable. Los ganadores de la finalización de dicho servicio fueron los conductores de los automóviles de ruleteo (conocidos como “dieceros” debido a que en sus orígenes cobraban la cantidad de diez centavos) y los camioneros ya que tenían rutas establecidas muy similares a las que realizaba el tranvía. Sin embargo, los más perjudicados fue la ciudadanía al desaparecer un buen servicio público (como lo menciona un periódico de la época) y que era asequible para toda la población. Cabe señalar que este transporte público se

<sup>19</sup> El Siglo de Torreón, *Terminó el Conflicto Tranviario*, publicado el 02 de febrero de 1927, pp. 1. Recuperado el 27 de febrero de 2018.

<sup>20</sup> El Siglo de Torreón, *Anoche Terminó el Servicio de los Tranvías Urbanos*, publicado el 10 de julio de 1932, pp. 1. Recuperado el 26 de febrero de 2018.

encontraba en su pleno apogeo justo antes de que la Electric Bond and Share Company la adquiriera.

“A pesar de la competencia habida en los últimos años en el transporte público, el tranvía urbano manejaba el setenta y cinco por ciento del pasaje, y el resto quedaba a cargo de los dieceros y camiones”<sup>21</sup>. Desde la fecha en que se inauguró el primer circuito, en el año de 1905, hasta su finalización, el tranvía urbano manejó en promedio cuatro mil pasajeros diarios, un total de treinta y seis millones de personas en esos 27 años de funcionamiento y llegando a tener una extensión de 8.0 kilómetros<sup>22</sup> (figura 7).

A las pocas semanas de que el tranvía urbano finalizara, ex-trabajadores de dicho servicio formaron una cooperativa con el propósito de reanudar las operaciones y llegar a un acuerdo tanto con la Compañía Nacional de Electricidad, S.A. y el Ayuntamiento de Torreón. El fin del tranvía urbano sucede el 07 de septiembre de 1936 cuando la presidencia municipal emite una resolución en forma negativa, argumentando la existencia de un servicio de automóviles que tiene en explotación el transporte de pasajeros y añadiendo que la ferrovía estaba fuera de servicio por decreto del gobierno del estado de Coahuila.



*Figura 7. Rieles del Tranvía Urbano en Torreón sobre la Avenida Hidalgo en la década de 1920*

*Fuente: Fondo del Concurso de Fotografía Antigua. Centro de Investigaciones Históricas “Juan Agustín de Espinoza, S.J.” de la Universidad Iberoamericana, Campus Torreón.*

### 1.1.6 EL AUTOMÓVIL / CAMIONES

Aunque no existen evidencias de la fecha exacta, se cree que los primeros automóviles con motor de combustión interna comenzaron a circular por la región a partir de la década de

---

<sup>21</sup> *Ibid*, pp. 6.

<sup>22</sup> *Ibid*, pp. 1.

1910. Era un medio de transporte utilizado únicamente por autoridades gubernamentales y personas con un alto poder adquisitivo, ya que su costo elevado lo hacía inalcanzable para la mayoría de la población.

A partir de la década de 1920 se comenzó a notar en la metrópoli un aumento en el número de automóviles, sin embargo, su circulación era complicada debido a la falta de caminos o calles pavimentadas. Por tal motivo, en 1921 la Cámara de Comercio de la Comarca Lagunera funda el Automóvil Club de La Laguna<sup>23</sup>, una institución que tenía como objetivos la construcción de una carretera que uniera a Torreón, Gómez Palacio y Ciudad Lerdo y la pavimentación de las calles.

A finales de 1923, el Club Rotario de Torreón presentó la iniciativa para la pavimentación de la ciudad, siendo aceptada por una gran parte de la población. Por su parte, el Ayuntamiento de Torreón decidió crear una Junta de Mejora de Materiales, la cual se encargaría de licitar las obras de pavimentación y alcantarillado. Después de realizar los estudios técnicos pertinentes, se le otorgó el contrato a la International Willite Company, quien se encargaría de pavimentar las avenidas Hidalgo, Juárez, Morelos y Matamoros, y de la calle Ramos Arizpe hasta la Galeana<sup>24</sup>. Asimismo, la empresa se comprometió en embovedar el tajo de “La Perla”, la cual cruzaba parte de la ciudad.

Podemos tomar el año de 1925 como el de inicio de la era del automóvil en la región ya que en los primeros meses “principiaron las obras de pavimentación de la ciudad de Torreón que tanta belleza, comodidad y realce han dado a la población” (Guerra, 1932, pp. 285). Esto provocó que en los meses posteriores a su culminación se diera un incremento en el número de automóviles, por lo que el municipio se vio obligado a crear un departamento de tráfico que regulara la circulación de los mismos.

A los pocos meses después del inicio de las obras de pavimentación en Torreón, comenzaron a circular algunos vehículos que prestaban el servicio de transporte público con un costo de diez centavos (razón por la cual empezaron a ser conocidos como “dieceros”). Esta situación hizo que de forma paulatina el tranvía urbano sufriera una disminución de pasajeros, ya que los “dieceros” realizaban un recorrido bastante similar a éste. Debido a los conflictos que comenzaron a suceder entre ambos transportes públicos, el Ayuntamiento de Torreón tomó la decisión de definir dos rutas a los “dieceros”: la primera que circulara por las Avenidas Morelos y Matamoros, y la segunda por las Avenidas Morelos e Hidalgo<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> El Siglo de Torreón, *Crónica Lerdense*, publicado el 13 de septiembre de 2015, Recuperado el 08 de abril de 2018.

<sup>24</sup> El Siglo de Torreón, *La Pavimentación Modernizó a la Perla Lagunera*, publicado el 15 de septiembre de 1932, pp. 11. Recuperado el 22 de marzo de 2018.

<sup>25</sup> El Siglo de Torreón, *Cambio de Ruta de Automóviles*, publicado el 24 de septiembre de 1926, pp. 1. Recuperado el 13 de abril de 2018.

Con el auge vehicular, pronto empezaron a surgir las voces (principalmente del Automóvil Club de La Laguna) que pedían la construcción de un puente vehicular sobre el río Nazas. En ese entonces, la comunicación entre Torreón y Gómez Palacio se hacía por el lecho seco del río, permaneciendo cortada la vía cuando éste llevaba agua, provocando que el único medio de transporte disponible fuera el tranvía eléctrico interurbano.

En 1926 un grupo de empresarios constituyeron la sociedad Puente Nazas, S.A. y, a través de una campaña de propaganda intensa, consiguieron juntar una cantidad de dinero para hacer posible el inicio de las obras<sup>26</sup>. Sin embargo, éstas no se pudieron llevar a cabo y la sociedad terminó desapareciendo, dejando la batuta al Automóvil Club de La Laguna. Después de algunos años de gestiones con las autoridades del estado de Durango y de Coahuila de Zaragoza, el Automóvil Club de La Laguna logró que en 1929 se construyeran los cimientos del futuro puente. Las obras nuevamente fueron interrumpidas y fue hasta principios de 1931 cuando se decidió reanudar los trabajos<sup>27</sup> (figura 8).



*Figura 8. Obras de construcción del puente para automóviles sobre el río Nazas*

*Fuente: Fondo del Concurso de Fotografía Antigua. Centro de Investigaciones Históricas "Juan Agustín de Espinoza, S.J." de la Universidad Iberoamericana, Campus Torreón.*

El 20 de diciembre de 1931, en un ambiente de fiesta a la cual asistieron miles de personas, y ante la presencia de representantes del presidente de la república, los gobernadores del estado de Coahuila de Zaragoza y de Durango, los alcaldes de los municipios de Torreón, Gómez Palacio y Lerdo, y miembros distinguidos del Automóvil Club de La Laguna como Isauro Martínez, fue inaugurado el paso vehicular el cual fue nombrado como Puente Nazas<sup>28</sup>. Esta construcción vino a favorecer y a fomentar el uso del automóvil en la región,

<sup>26</sup> El Siglo de Torreón, *Puente Plateado, Un Símbolo de Unión*, publicado el 28 de diciembre de 2016, Recuperado el 13 de abril de 2018.

<sup>27</sup> *Ibid.*

<sup>28</sup> El Siglo de Torreón, *Con Gran Entusiasmo Ayer se Inauguró el Puente del Nazas*, publicado el 21 de diciembre de 1931, pp. 1, 5, 6. Recuperado el 27 de febrero de 2018.

ya que, en los años posteriores, la circulación de éstos y de camiones (tantos de pasajeros como de carga) fue mayor.

El auge vehicular hizo que otras formas de movilidad, como el tranvía interurbano, fueran cada vez menos utilizados al grado que, en 1953, fue suprimido el servicio para ser sustituido por cinco camiones de segunda mano. Frecuentes eran las quejas por parte de los ciudadanos de Torreón del mal servicio que prestaban las rutas de camiones y los “dieceros”, ya que en repetidas ocasiones subían el costo del transporte sin contar autorización del gobierno. Además, las unidades estaban, en muchas de las ocasiones, en mal estado, haciendo incomodo el recorrido.

Mayor rapidez y convertir cualquier distancia, que anteriormente pudiera ser considerada larga, a corta, son unos de los beneficios que ha traído el uso de vehículos con motor de combustión interna. Sin embargo, este modelo de transporte, que comenzó en Torreón en el año de 1925, se consolidó en la década de 1950 y es el que predomina actualmente (figura 9), ha generado desventajas como el aumento en el número de accidentes y personas fallecidas, disminución en el uso de otras formas de movilidad (como la bicicleta o el caminar) y, lo más preocupante, un incremento de exclusión social y mayor contaminación ambiental.

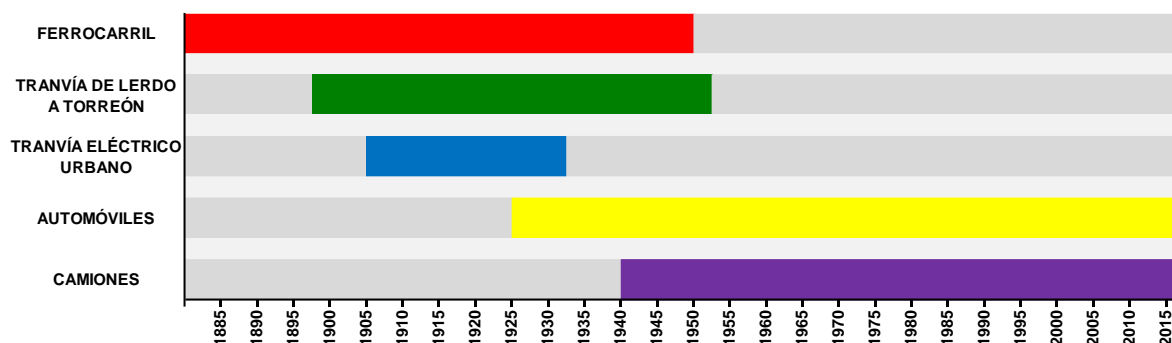


Figura 9. Evolución de los diferentes tipos de movilidad que han existido en Torreón.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.7 TORREÓN EN LA ACTUALIDAD

Como se ha venido comentando en otras secciones, debido a su ubicación en el cruce de caminos que comunica a la Ciudad de México con Ciudad Juárez y del Océano Pacífico con el Golfo de México, ha provocado que Torreón, desde que fuera declarada villa, sea un polo de atracción de inversiones para el establecimiento de negocios y, por consecuencia, de generación de empleos. Lo anterior ha ocasionado que personas de otras regiones del país y del mundo hayan migrado a la ciudad, causando un acelerado crecimiento demográfico que ha hecho que la población se haya casi duplicado en tan solo treinta y cinco años (tabla 1).



*Tabla 1. Crecimiento poblacional de la ciudad de Torreón, del municipio y porcentaje de población urbana.*  
*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Censos y Conteos de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)<sup>29</sup>.*

	CIUDAD DE TORREÓN	TOTAL (MUNICIPIO)	% POBLACIÓN URBANA
1892	N.D.	200	N.D.
1895	3,969	11,373	34.9%
1900	13,845	23,190	59.7%
1910	34,271	43,382	79.0%
1921	50,902	56,449	90.2%
1930	66,001	74,906	88.1%
1940	75,796	87,765	86.4%
1950	128,971	147,233	87.6%
1960	179,901	203,153	88.6%
1970	223,104	250,524	89.1%
1980	328,086	363,886	90.2%
1990	439,436	464,825	94.5%
1995	481,493	508,076	94.8%
2000	502,964	529,512	95.0%
2005	548,723	577,477	95.0%
2010	608,836	639,629	95.2%
2015*	646,682	679,288	95.2%

Este incremento de la población (que se aceleró a partir de 1970) ha provocado un crecimiento disperso de las viviendas y de la zona urbana, especialmente hacia el norte y este. Han aparecido nuevas colonias, las cuales se han ubicado lejos de la ciudad y, por consiguiente, de los centros de trabajo, escuelas y hospitales. En tan solo quince años, la urbanización de Torreón se cuadruplicó, al pasar de una extensión territorial de 20.85 km<sup>2</sup> en 1970 a 78.44 km<sup>2</sup> en 1986. Sin embargo, este precipitado crecimiento urbano aún no se ha detenido, ya que en los últimos treinta años casi se ha duplicado su área, al llegar a los 143.77 km<sup>2</sup> en 2013 (figura 10).

<sup>29</sup> Información obtenida de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2020/>. Para conocer el dato de la población de la ciudad de Torreón en el 2015 se realizó un estimado, considerando una población urbana de 95.2% de total.

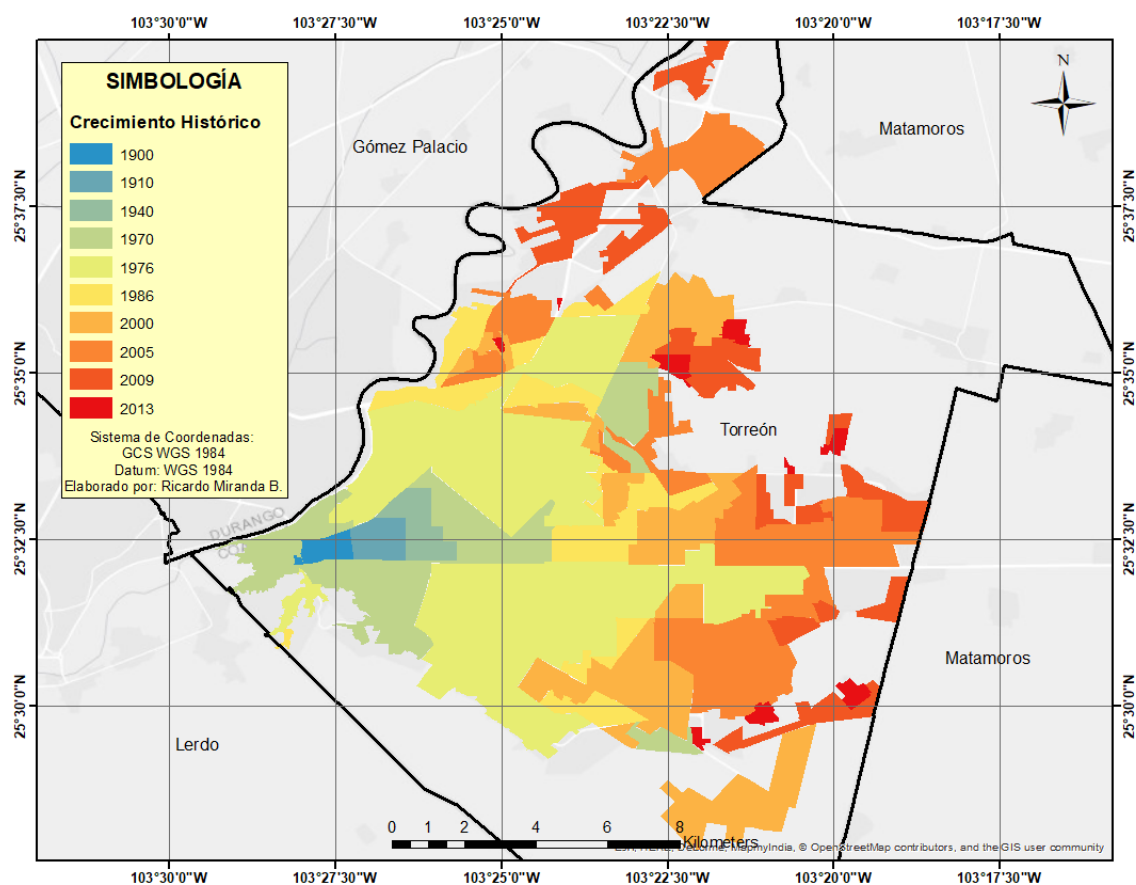


Figura 10. Crecimiento histórico territorial de la ciudad de Torreón.

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por el Instituto Municipal de Planeación y Competitividad (IMPLAN) Torreón<sup>30</sup>.

A consecuencia de una falta de planificación urbana a medio y largo plazo por parte de las autoridades municipales (encargadas de otorgar el cambio de uso de suelo para la construcción de viviendas), la traza urbana reticular con la que había venido creciendo Torreón desde sus orígenes se ha roto, para dar paso a una morfología irregular y dispersa, la cual sigue imperando hasta la actualidad. Esto ha provocado una serie de problemas, como una alta necesidad de movilidad motorizada, construcción de infraestructura en zonas cada vez más alejadas (como avenidas y bulevares amplios, suministro de servicios básicos como electricidad, agua y alcantarillado, entre otras), cruceros conflictivos, clausura de colonias y fraccionamientos y una baja densificación.

La necesidad de desplazarse a los puntos de trabajo, educación y recreación, además de una baja calidad del sistema de transporte público de Torreón, ha estimulado la adquisición y posterior uso del automóvil como forma de movilidad (figura 11). Actualmente, existen 150 mil vehículos de motor registrados en circulación, es decir, uno por cada cuatro

<sup>30</sup> Capa Shapefile proporcionada personalmente por el IMPLAN.

torreonenses, dando como resultado que aproximadamente un 50% de los desplazamientos diarios se realicen a través de este medio de transporte<sup>31</sup>.

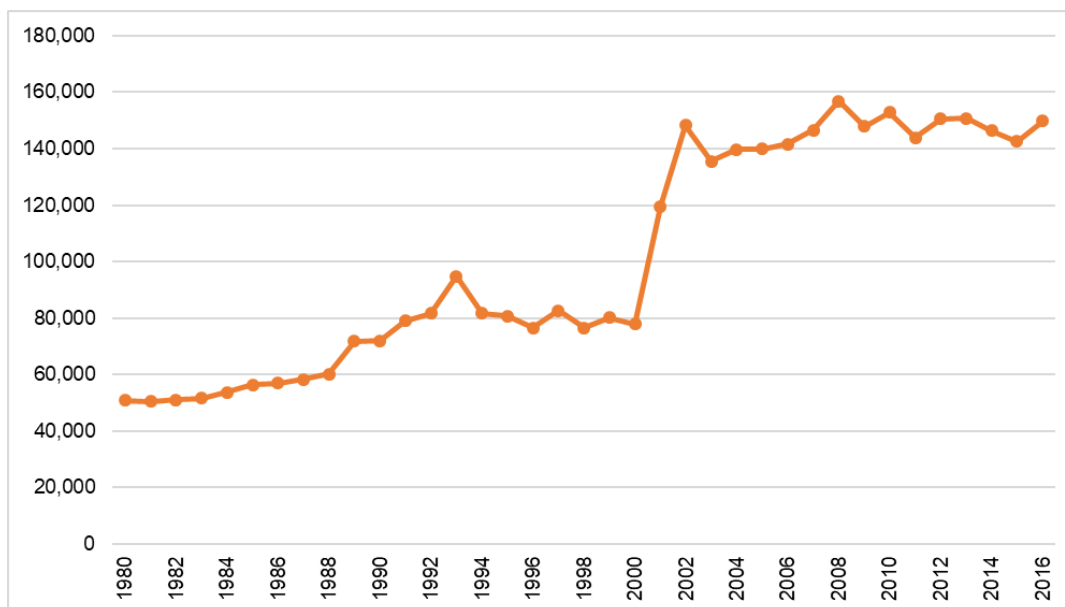


Figura 11. Evolución de vehículos de motor registrados en circulación, desde 1980 hasta 2016.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI<sup>32</sup>.

El transporte público urbano, suministrado por camiones que funcionan con motor diésel y que operan 29 líneas, es la segunda forma de desplazamiento por parte de la ciudadanía con el 30% de los viajes diarios y tiene una tarifa normal de \$11.00 pesos el trayecto (0.45 € al tipo de cambio actual). Actualmente, existe una falta de organización de las rutas de camiones, lo que ha ocasionado que en algunas zonas de la ciudad se tenga una sobreoferta y en otras una escasez de la misma. Además, las unidades se encuentran en malas condiciones y no pueden ser utilizadas por personas con una movilidad reducida (figura 12).

<sup>31</sup> Información obtenida de <http://www.trcimplan.gob.mx/blog/la-movilidad-urbana-y-laboral-en-la-laguna.html>

<sup>32</sup> Información obtenida de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est>





*Figura 12. Interior de una de los camiones del transporte público (izquierda) y escaleras para acceder las cuales no permiten que sean usadas por gente con movilidad reducida (derecha).*

*Fuente. Elaboración propia*

Finalmente, los desplazamientos a pie y los que se llevan a cabo en bicicleta representan únicamente el 19% y 2% respectivamente de los traslados diarios que se realizan en la ciudad<sup>33</sup>. Estos porcentajes bajos se deben al poco interés que ha existido históricamente por parte de la administración pública en construir infraestructuras que promuevan estos tipos de movilidad. Lo anterior se entiende en el caso de la bicicleta, en donde solamente existen 8.76 km de ciclovía, las cuales se encuentran en el Boulevard Constitución y en la Línea Verde (figura 13).



*Figura 13. Ciclovía ubicada en la Línea Verde, la cual tiene una extensión de 5 km.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Los medios motorizados (vehículos y camiones) representan entonces el 80% de la movilidad en Torreón, los cuales afectan la sostenibilidad de la ciudad ya que se incrementa el consumo energético debido al uso de hidrocarburos, generando impactos ambientales

<sup>33</sup> Información obtenida de <http://www.trcimplan.gob.mx/blog/la-movilidad-urbana-y-laboral-en-la-laguna.html>

como la contaminación del aire por las emisiones de ruido, de partículas en suspensión PM10 y PM 2.5, y de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono.

Las consecuencias a este alto porcentaje de movilidad motorizada existente se empiezan a vislumbrar, debido a que la ciudad es considerada como la sexta más contaminada del país en partículas en suspensión PM10 (figura 14), teniendo más de 100 días en el año una calidad de aire que supera el límite mencionado por la norma (75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , como promedio de 24 horas)<sup>34</sup>. Esto terminará repercutiendo en la calidad de vida de sus habitantes, quienes podrían sufrir enfermedades cardiovasculares, cuadros de asma, alergias, por mencionar algunos.

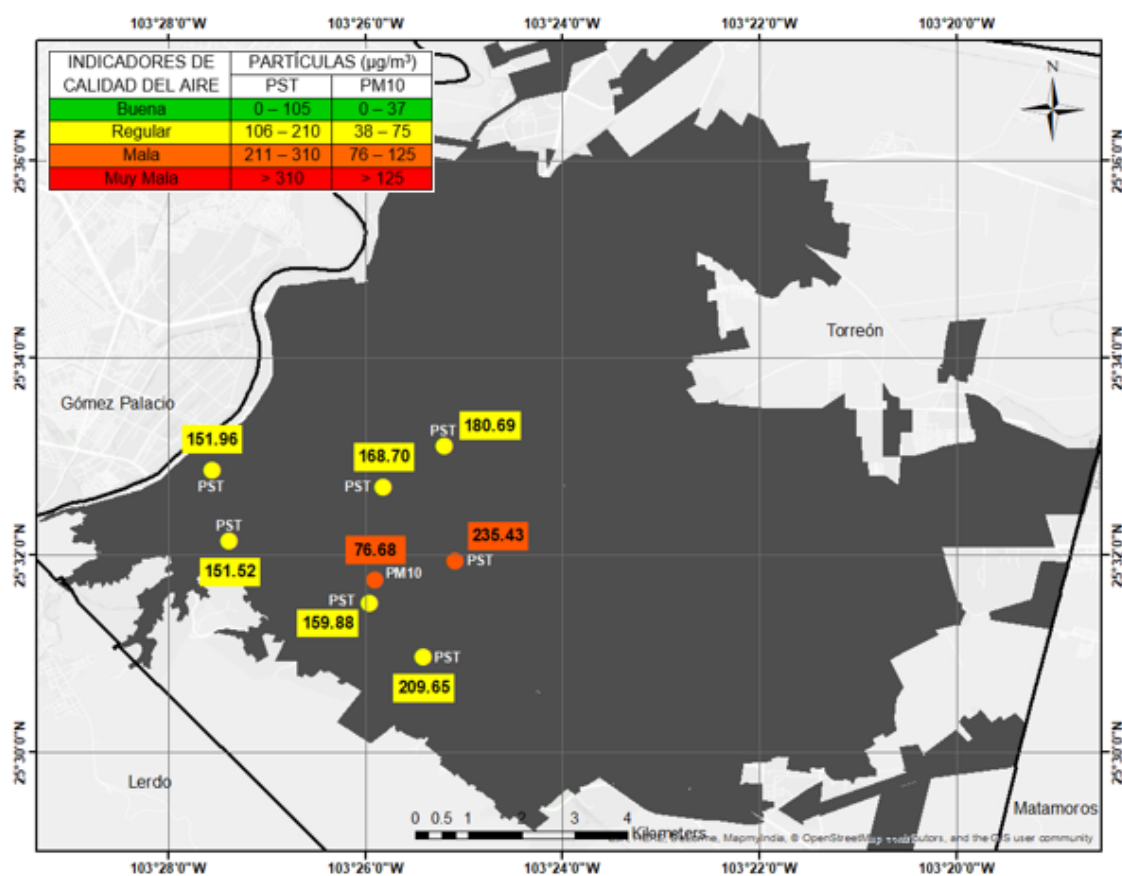


Figura 14. Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire. El valor registrado es el promedio anual de las 52 mediciones que realizaron en el 2016. Se puede observar que la calidad del aire es considerada de regular a mala.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de Datos Abiertos del Ayuntamiento de Torreón<sup>35</sup>.

Ante la situación actual que vive Torreón en temas de movilidad y transporte, es preciso que se realice un cambio de paradigma. En el presente, todavía se ve a las infraestructuras

<sup>34</sup> Información obtenida del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) de su *Informe de Evaluación de la Política de Desarrollo Social 2018*, pp. 99, descargada de <https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/IEPSM/paginas/ieps-2018.aspx>

<sup>35</sup> Información obtenida de <http://datostrc.gob.mx/>

de transporte terrestres (autopistas y puentes) como un factor que generará un desarrollo económico. Lo relevante es que las ampliaciones de dichas redes de infraestructuras traen consigo una mayor dispersión de la ciudad, generando una movilidad insostenible y un modo de transporte hegemónico. Por tales motivos, es necesario buscar una movilidad urbana integral y sostenible.

## **1.2 DEFINICIÓN DE UNA MOVILIDAD URBANA INTEGRAL Y SOSTENIBLE**

Las ciudades se han ido convirtiendo en el nuevo hábitat de los seres humanos. Esta migración hacia las áreas urbanas, que comenzó a acelerarse a partir de la segunda mitad del siglo XX y que ha dado como resultado que en la actualidad más de la mitad de la población mundial viva en las mismas, ha provocado su crecimiento y la necesidad, por parte de la administración pública, de desarrollar planes de urbanismo y construir espacios públicos e infraestructuras.

A lo largo del día, las personas se movilizan a otros sitios dentro de las ciudades para realizar diferentes clases de actividades como el trabajar, estudiar, ir de compras, salir a pasear, hacer actividades recreativas, etcétera. No obstante, dependiendo del nivel económico del individuo, este desplazamiento se puede dar de formas diversas como ir a pie, emplear la bicicleta, tomar el transporte público o usar el automóvil, teniendo como resultado una gran gama de desplazamientos.

Sin embargo, estos viajes que realiza diariamente la población en la ciudad están generando problemas cada vez más complejos. A causa del poco interés mostrado por parte de los diferentes niveles de gobierno en décadas pasadas (y que desafortunadamente en muchas ciudades sigue existiendo) al tema de planificación urbana, se han creado colonias o barrios en las periferias de la ciudad, las cuales se ubican lejos de los lugares de trabajo, causando que la gente tenga que desplazarse largas distancias. Debido a que estos sectores se caracterizan por ser de renta baja, las personas quedan completamente dependientes de un sistema transporte público ineficiente, con unidades obsoletas y que contribuye a la contaminación atmosférica.

Para resolver el tema de la movilidad urbana, las autoridades de gobierno han construido una mayor extensión de las redes de infraestructura como forma de atraer inversiones y aumentar el desarrollo económico. Sin embargo, esta solución ha provocado importantes conflictos viales, una mayor dispersión de la ciudad, creando una creciente dependencia en el uso del automóvil debido a que los desplazamientos se hacen más largos, traducándose en un incremento en el consumo energético (figura 15).

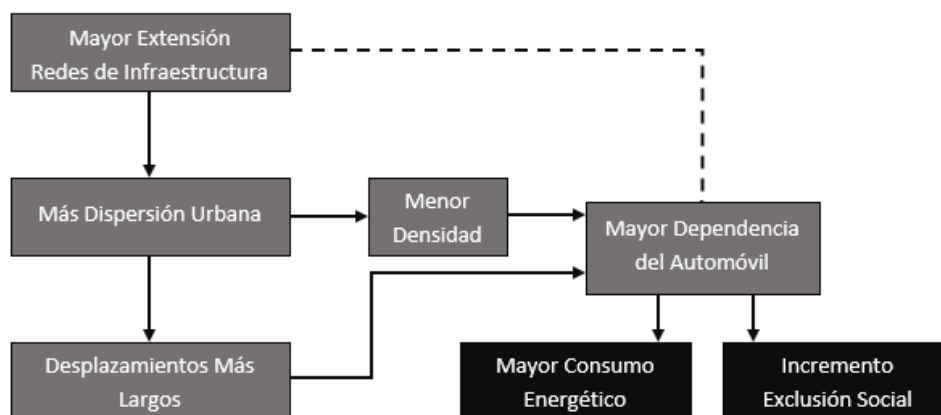


Figura 15. Modelo territorial de expansión continuada de la ciudad y sus consecuencias.

Fuente: Manuel Herce, Libro Sobre la Movilidad en la Ciudad.

Este modelo actual de movilidad urbana, que se encuentra caduco, ha terminado ocasionando un incremento en la exclusión social de la población que no cuenta con los recursos suficientes para tener un vehículo particular; además de entorpecer el uso de otros medios de desplazamiento como la bicicleta o el andar a pie ya que resultan riesgosos para el individuo.

A raíz de los problemas que empezaron a experimentar varias ciudades del mundo en materia de movilidad urbana, aunado a la crisis ambiental surgida a finales del siglo XX, aparecieron las primeras investigaciones en donde se señalaba al sector transporte como uno de los causantes del cambio climático debido a la emisión de gases de efecto invernadero. Fue en la Cumbre de la Tierra, llevada a cabo en Río de Janeiro en 1992 por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), cuando por primera vez se reconoce al transporte como un problema para lograr el desarrollo. En los años posteriores, se siguieron realizando foros con especialistas en el tema de movilidad, con el objetivo de proponer soluciones para afrontar la problemática. Finalmente, con la publicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el año 2015, se busca que todas las personas tengan acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles. La evolución en el tiempo de las iniciativas llevadas a cabo por la ONU se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2. Desarrollo de iniciativas por parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en cuestión de transporte sostenible.

Fuente: Elaboración propia a partir información de la de Plataforma de Conocimientos sobre Desarrollo Sostenible<sup>36</sup>.

AÑO	INICIATIVA	LÍNEA DE ACCIÓN
1992	Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (Agenda 21)	El papel del transporte para alcanzar un desarrollo sostenible fue reconocido en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro.

<sup>36</sup> Información obtenida de <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/sustainabletransport#>

		Los capítulos 7 (Fomento del Desarrollo Sostenible de los Recursos Humanos) y 9 (Protección de la Atmósfera) reconocen al transporte como un problema para lograr el desarrollo.
1997	19° Sesión Especial de la Asamblea General de las Naciones Unidas – Implementación de la Agenda 21	La Asamblea General, al revisar la implementación de la Agenda 21, se percató que el transporte se convertiría como uno de los mayores consumidores de energía a nivel mundial, siendo causante de futuros problemas medioambientales. Se sugiere la adopción de seis puntos (párrafo 47) para afrontar la problemática.
2001	9° Sesión de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas	Durante la sesión de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, se abordó el tema de energía y transporte. Las pláticas comenzaron con expertos en la materia, seguidas de un diálogo con representantes gubernamentales.
2002	Plan de Implementación de Johannesburgo	Capítulos 2, 3 y 4 Promover un enfoque integral de formulación de políticas a nivel nacional, regional y local para los servicios y sistemas de transporte para promover el desarrollo sostenible, incluidas políticas y planificación del uso del suelo, infraestructuras, sistemas de transporte público y redes de distribución de mercancías, con el objetivo de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporcionar un transporte seguro, asequible y eficiente;</li> <li>- Incrementar la eficiencia energética;</li> <li>- Reducir la contaminación, congestionamientos y efectos nocivos para la salud;</li> <li>- Limitar la expansión urbana descontrolada.</li> </ul>
2005	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Protocolo de Kioto)	Llama a la necesidad de medir y/o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de transporte.
2012	Conferencia de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas – Río + 20 (El Futuro que Queremos)	Durante la conferencia, los estados miembros subrayaron la importancia que tiene el transporte y la movilidad para garantizar un desarrollo sostenible. El párrafo 132 menciona el valor que tiene el movimiento eficiente de personas y bienes, y el

		<p>acceso a un transporte ambientalmente seguro y asequible como medio para mejorar la equidad social, la salud y la resiliencia de las ciudades.</p> <p>El párrafo 133 expresa el apoyo a un sistema de transporte público multimodal eficiente.</p>
2014	Grupo Consultivo de Alto Nivel sobre Transporte Sostenible	Grupo creado por el secretario general de Naciones Unidas, Ban Ki-Moon, el cual es responsable de generar recomendaciones para un sistema de transporte sostenible aplicable a diferentes escalas.
2015	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) – Agenda 2030	La meta 11.2 del objetivo “Ciudades y Comunidades Sostenibles” apunta a que en el 2030 se debe de lograr el acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.

Por tales motivos, y para cumplir con la meta 11.2 estipulada por la ONU en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, es trascendental contar con un nuevo modelo el cual tenga los siguientes aspectos.

- Que sea integral, es decir, que la movilidad urbana no sea vista únicamente como forma de viaje de un punto a otro (como se ha venido pensando hasta la fecha), sino como un factor de equilibrio social a la cual todo ciudadano debe de tener acceso. Así, al haber un mayor acceso a diferentes formas de desplazamiento, se incrementa la movilidad de las personas y se logra una disminución en la segregación social de la ciudad.
- Que sea vista como un “derecho legítimo que todas las personas tienen para poderse desplazar a lo largo ancho de la ciudad para realizar sus actividades” (Castro, 2014). Este derecho a la movilidad implica el tener en cuenta todas las formas de desplazamiento, buscando la priorización de aquellas que sean más sostenibles con su entorno sobre las que generan un mayor impacto negativo (figura 16).

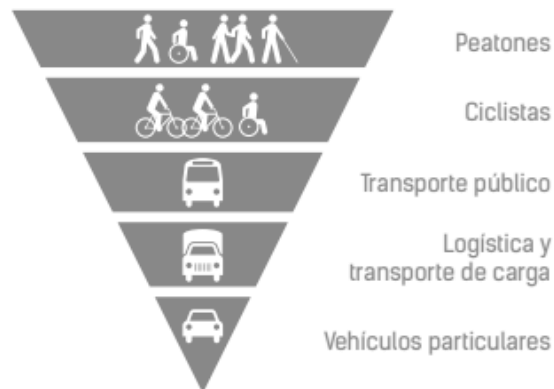


Figura 16. Pirámide invertida de transporte, la cual busca priorizar las formas de desplazamiento más sostenibles.

Fuente: Plan Integral de Movilidad de la Ilustre Municipalidad de Santiago, Chile<sup>37</sup>.

- Que tenga, por orden jerárquico de atención, “una sostenibilidad social (que exista una mayor equidad en el acceso a la movilidad), energética (poniendo el acento en alternativas de desplazamiento de menor consumo de energía) y medioambiental (haciendo hincapié en la reducción de emisiones)” (Herce, 2009).

Este nuevo modelo de movilidad urbana se ha deseado implementar en varias partes del mundo, obteniéndose resultados diversos, siendo Ámsterdam<sup>38</sup> y Copenhague<sup>39</sup> las ciudades ejemplo por excelencia. En ambas ciudades, la bicicleta era el principal medio de transporte por parte de los ciudadanos antes del comienzo de la Segunda Guerra Mundial. Al finalizar la guerra, el automóvil ganó popularidad entre la población y rápidamente sustituyó a la bicicleta como principal medio de transporte. Sin embargo, la crisis del petróleo ocurrida en 1973 (la cual hizo que los precios de los hidrocarburos se dispararan) aunado a un aumento de personas fallecidas en accidentes de carro, impulsaron a sus respectivos gobiernos a implementar medidas que volvieran a favorecer el uso de la bicicleta. Actualmente, se han desarrollado políticas para los diferentes tipos de movilidad, favoreciendo a los peatones y personas con movilidad reducida (con la creación de zonas restrictivas para los vehículos o rutas), bicicletas (ampliando la red de ciclovías) y transporte público (haciéndolo más eficiente). De esta manera, se garantiza que todos los ciudadanos tengan acceso a una forma de desplazamiento.

En Barcelona, debido a los constantes problemas de congestionamientos del tráfico vehicular y la contaminación del aire por partículas suspendidas y dióxido de nitrógeno (NOx), se implementó un proyecto para reorganizar el barrio de Poblenou conocido como

<sup>37</sup> Información obtenida de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0697639.pdf>

<sup>38</sup> Información obtenida de <https://www.iamsterdam.com/en/plan-your-trip/getting-around/cycling/amsterdam-cycling-history>

<sup>39</sup> Información obtenida de <http://denmark.dk/en/green-living/bicycle-culture/how-denmark-become-a-cycling-nation>

“Superilles”<sup>40</sup>. Este proyecto consiste en unir varias cuadras para así conformar una supermanza que limita el paso de los vehículos de motor por las calles, favoreciendo una movilidad urbana sostenible de peatones y bicicletas. Esta iniciativa pretende además generar un nuevo concepto urbano a través de un tejido de relaciones que pone en valor los barrios, las calles, los edificios y actividades existentes, promoviendo la recuperación del espacio público. Se espera que su implementación ayude a mejorar la calidad de vida de sus habitantes, pacificar el tráfico vehicular y disminuir los altos valores de contaminación atmosférica.

Por último, en América Latina, la ciudad de Curitiba<sup>41</sup>, en Brasil, implementó en la década de 1970 un sistema de transporte conocido como BRT (*Bus Rapid Transit*), el cual destina un carril confinado a los autobuses, realizando sus detenciones en estaciones definidas. Debido a su bajo costo de implementación y operación (comparado con otros sistemas de transporte masivo como el metro o tranvía), su flexibilidad, su calidad del servicio, así como sus bajos niveles de emisión de contaminantes (al utilizar unidades híbridas o que funcionan con gas natural), este sistema de transporte se ha popularizado rápidamente a partir del año 2000 al ponerse en marcha en otras ciudades de tamaño grande y medio de la región. En su momento, los BRT fueron implementados como una solución aislada, sin embargo, en los últimos años han surgido visiones integradoras, las cuales buscan la sostenibilidad social, energética y medioambiental, con acciones como la restructuración del transporte público o el fomento a la movilidad no motorizada.

## **1.3 APROXIMACIONES CUANTITATIVAS A LA MOVILIDAD URBANA INTEGRAL Y SOSTENIBLE**

### **1.3.1 ENFOQUE ALTERNATIVO DE DEMANDA Y OFERTA**

Desde la segunda mitad del siglo XX, la planificación del transporte en las ciudades se ha realizado utilizando un enfoque de demanda. Éste consiste en desarrollar modelos matemáticos que tienen como objetivo la predicción de la cantidad de viajes a diferentes partes de la ciudad y conocer sus posibles rutas; de esta manera, se pueden adecuar las calles existentes o construir la infraestructura necesaria. Sin embargo, el enfoque de demanda es criticado ya que extrapola los modelos matemáticos a situaciones futuras, ocasionando en muchas ocasiones una sobreestimación de los viajes, resultando en construcciones poco servibles o que favorecen el uso del automóvil.

Por otra parte, existe el enfoque conocido como de oferta, el cual “supone entender que la localización de las actividades, y el modo y la cuantía en que se manifiesten en el futuro sus interrelaciones, dependen de la forma y organización que se dé a las redes de

---

<sup>40</sup> Información obtenida de <http://ajuntament.barcelona.cat/superilles/es/presentacion>

<sup>41</sup> Información obtenida de <http://revistavial.com/de-los-brt-a-la-movilidad-sostenible-el-cambio-en-el-enfoque-de-la-planificacion-de-transporte-en-america-latina/>



infraestructuras, e incluso de su gestión, porque de ella puede depender el funcionamiento del sistema” (Herce, 2009). Actualmente, muchas ciudades europeas realizan su gestión de la movilidad urbana con este tipo de enfoque.

Sin embargo, en años recientes ha surgido un enfoque alternativo el cual utiliza instrumentos propios de un enfoque de demanda, pero con una visión de oferta. De estas herramientas se pueden mencionar las encuestas de movilidad, los grafos de la red viaria para medir accesibilidad y cobertura, los algoritmos de estimación de recorridos y las matrices de origen – destino. Con un enfoque de oferta y empleando estos instrumentos, se pueden conocer itinerarios de peatones o conocer las condiciones adecuadas de las avenidas para la correcta puesta en marcha de un sistema de ciclovías o del transporte público.

En la actualidad, se pueden encontrar algunos casos de la implementación de este enfoque alternativo. Uno de estos ejemplos se encuentra en la ciudad de Tarragona, en la comunidad autónoma de Cataluña, España, en donde se realizó un análisis de movilidad en un sector para estimar su impacto sobre su entorno próximo y poner en marcha ciertas medidas que favorecieran una movilidad urbana sostenible. Para esto, se hicieron estimaciones de volumen de viaje, se analizó las rutas del transporte público, se creó un grafo de la red viaria y se estudió los recorridos generados en el sector. El resultado fue conocer el posible aumento en el uso de automóviles si no se ampliaba una línea de autobuses. Asimismo, otro de los resultados fue el saber cuáles calles podrían fungir como ciclovías, en dónde se deberían de ubicar las paradas del autobús y qué zonas podían fomentar los desplazamientos a pie.

### 1.3.2 ANÁLISIS DE REDES COMPLEJAS

El estudio de las Redes Complejas (in., Complex Network) es un campo relativamente reciente y está inspirado en la observación de muchos sistemas reales como los sociales o tecnológicos. Un aspecto a señalar con las redes complejas es la necesidad de utilizar medidas de centralidad para obtener resultados del tema de análisis.

En este campo, en los últimos años se han realizado varios trabajos relacionados a temas de movilidad. Flores, Mota, & Huerta-barrientos (2017) realizaron modelaciones y simulaciones de toda la red del transporte público de la Ciudad de México (sugiriendo la posibilidad de abarcar únicamente ciertos barrios) para evaluar la vulnerabilidad estructural de la red, así como su resiliencia, teniendo en consideración aspectos de accesibilidad y movilidad.

Haznaghy, Fi, London, & Nemeth (2015) por su parte, analizaron el funcionamiento del transporte público urbano de cinco ciudades de Hungría para conocer similitudes y diferentes entre éstas. Una novedad de su investigación fue el considerar enlaces directos

y con algún peso, en donde dicho peso representaba la capacidad del medio de transporte (autobús, tranvía o trolebús) durante la hora punta.

Ding et al., (2018) examinó cuáles zonas de la ciudad de Kuala Lumpur estaban mejor conectadas viendo el crecimiento del trazado de las calles y de la red de ferrocarril con el paso de los años, utilizando el método de una red multicapa. Los resultados estadísticos obtenidos cambiaban considerablemente con el paso de los años debido al acelerado crecimiento que experimentó dicha ciudad.

Porta et al., (2012) observó la geografía de tres índices de centralidad de calles y su correlación con diferentes tipos de actividades económicas en la ciudad de Barcelona. El objetivo era conocer qué tipo de centralidad (cercanía, intermediación o rectitud) estaba más asociado con el tipo de actividad económica (primaria o secundaria). Las centralidades se calculaban únicamente con la red de calles utilizando un modelo múltiple de evaluación de centralidades y una estimación de densidad de *kernel*.

Porta, Crucitti, & Latora, (2006) se enfocaron en la idea que algunos lugares o calles son más importantes que otras debido a que son más céntricas. Por tal motivo, en su investigación se utilizó el enfoque primario (el cual convierte los cruces de las calles en nodos y las calles en aristas), sobre el enfoque dual (que toma los cruces y las calles de forma contraria), aplicándolo en cuatro sistemas de calles urbanas. Al realizar el análisis de redes con diferentes índices de centralidad, obtuvo como resultado cuáles cruces eran más centrales y, por consiguiente, podría contener mayor flujo vehicular.

### 1.3.3 AGENTES (SEMÁFOROS – PUENTES PEATONALES – PUENTES VEHICULARES)

Debido al aumento de la población en las ciudades a nivel mundial, se ha hecho necesario la implementación de estrategias para mejorar la movilidad urbana, las cuales, algunas han sido estudiadas. Silva, França, Lima, Souto, & Ferraz, (2015) realizaron una investigación de los semáforos que existen en ciudades como Los Ángeles y Recife, ya que utilizan sensores y cámaras en los cruces vehiculares para poder optimizar el tráfico en tiempo real. Además, proponen un sistema de semáforos inteligentes basados en “*Big Data*”, adaptándolos al tráfico existente y mejorando la circulación de las vías para una mejor calidad de vida en las ciudades.

(Hidalgo-Solórzano et al., (2010) llevó a cabo una investigación de los motivos de uso y no uso de los puentes peatonales en la Ciudad de México (muy característicos en todas las ciudades de América Latina debido a la predominancia del coche) desde una perspectiva de los peatonales. Para esto, se realizaron diferentes cálculos estadísticos como un análisis de regresión logística, donde la variable dependiente se categorizó como 0 cuando el peatón "usó el puente peatonal" y 1 si el peatón "no usó el puente peatonal. Los resultados

obtenidos fue que el 50% de la población no utiliza los puentes peatonales ya que prefieren cruzar a nivel de calle.

Por último, Ayazli, Kilic, Lauf, Demir, & Kleinschmit, (2015) investigaron el crecimiento urbano impulsado por las redes de transporte en Estambul, el cual tuvo lugar después de la construcción de dos puentes vehiculares sobre el Estrecho de Bósforo. Igualmente efectuó simulaciones, basadas en la técnica de autómata celular, para conocer los posibles impactos que tendrá la construcción de un tercer puente en el uso de suelo y la movilidad urbana. Las conclusiones fueron que después de la construcción de los dos primeros puentes, el volumen de tráfico vehicular se incrementó, resultando en un aumento de congestionamientos. Asimismo, se pronosticó el crecimiento que tendría la ciudad a raíz de la apertura del tercer puente, resultando en una afectación en la movilidad urbana y en el ecosistema natural.

## **2 OBJETIVOS**

Partiendo del análisis anterior, nos planteamos los objetivos general y específicos de este Trabajo Final de Máster.

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer un nuevo modelo de movilidad urbana en la ciudad de Torreón, México, el cual sea integral (que todas las personas puedan tener acceso sin importar su condición económica o física) y sostenible desde la perspectiva social (una mayor equidad de acceso a la movilidad), energética (promover formas de desplazamientos de menor consumo energético) y medioambiental (que genere la menor cantidad de impactos negativos).

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Creación de un mapa de intensidad de tráfico (utilizando medidas centralidad provenientes del ámbito de las redes complejas, en este caso la intermediación, in., betweenness centrality) para conocer cuáles son las vialidades con mayor flujo vehicular en la ciudad.
- Valorar la modificación del mapa anterior a partir de:
  - Una propuesta de red de ciclovía por parte del Ayuntamiento de Torreón.
  - Una propuesta de mejora del punto anterior teniendo en consideración medidas de centralidad aplicadas a variables económicas utilizando la herramienta Análisis de Redes Urbanas (in., Urban Network Analysis), posibles puntos de atracción de viajes (universidades y parques industriales) y zonas con mayor cantidad de habitantes.
- Valoración del impacto ambiental de las soluciones adaptadas (reducción de coches y contaminación atmosférica).
- Creación de mapa de accesibilidad al sistema de transporte público utilizando medidas de densidad.

### 3 MÉTODOS Y MATERIALES

#### 3.1 ÁREA DE INVESTIGACIÓN, FUENTES DE DATOS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

Torreón es la ciudad más poblada y con el área urbana más extensa de los cuatro municipios que forman parte de la Zona Metropolitana de La Laguna. Con una población de 646,682 habitantes, es la 29° ciudad más poblada del país<sup>42</sup>. El automóvil es la principal forma de movilidad en la ciudad, habiendo aproximadamente 150 mil en circulación. Se pronostica que, en los próximos quince años, el número de vehículos registrados se duplique<sup>43</sup>. Por otra parte, el transporte público está compuesto por 29 líneas de camiones que funcionan con motor diésel, representando el 30% de los desplazamientos diarios. Sin embargo, se espera que el uso del transporte público aumente en los próximos años con la puesta en marcha de la primera línea de metrobús (in., *Bus Rapid Transit*).

La red de las líneas existentes del transporte público y los Indicadores Básicos por Colonia (IBC) han sido proporcionados por el Instituto Municipal de Planeación y Competitividad (IMPLAN) del Ayuntamiento de Torreón<sup>44</sup>, y por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) tanto de su Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas como del Marco Geoestadístico<sup>45</sup>. Los IBC contienen información de las 399 colonias existentes en la ciudad de Torreón, dividido en cuatro ejes temáticos: Demografía, Características Económicas, Viviendas y, Unidades Económicas.

La estructura de la red de las vías primarias, colectoras y secundarias vienen establecidas en el Plan Director de Desarrollo Urbano del Municipio de Torreón (publicado en el Periódico Oficial del Estado de Coahuila de Zaragoza en febrero de 2014) y por el Instituto Municipal de Planeación y Competitividad (IMPLAN), siendo obtenidas de Google Earth Pro<sup>46</sup>, el cual es uno de los programas más usados para visualizar cartografía a través de imágenes satelitales en el mundo. Cabe definir que las vías primarias son aquellas arterias cuya función es conectar áreas distantes y que soportan los mayores volúmenes vehiculares con el menor número de obstrucciones. Son a su vez, las que tienen un mayor número de carriles y una anchura mayor. Por su parte, las vías colectoras son aquellas que comunican al interior de los diferentes sectores de la ciudad, enlazándose con las vialidades primarias para recibir o desfogar el tráfico de automóviles. Por último, las vías secundarias son aquellas de circulación local, que enlaza a las vialidades colectoras con las viviendas, soportando poca intensidad de tráfico.

---

<sup>42</sup> Información obtenida de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2020/>.

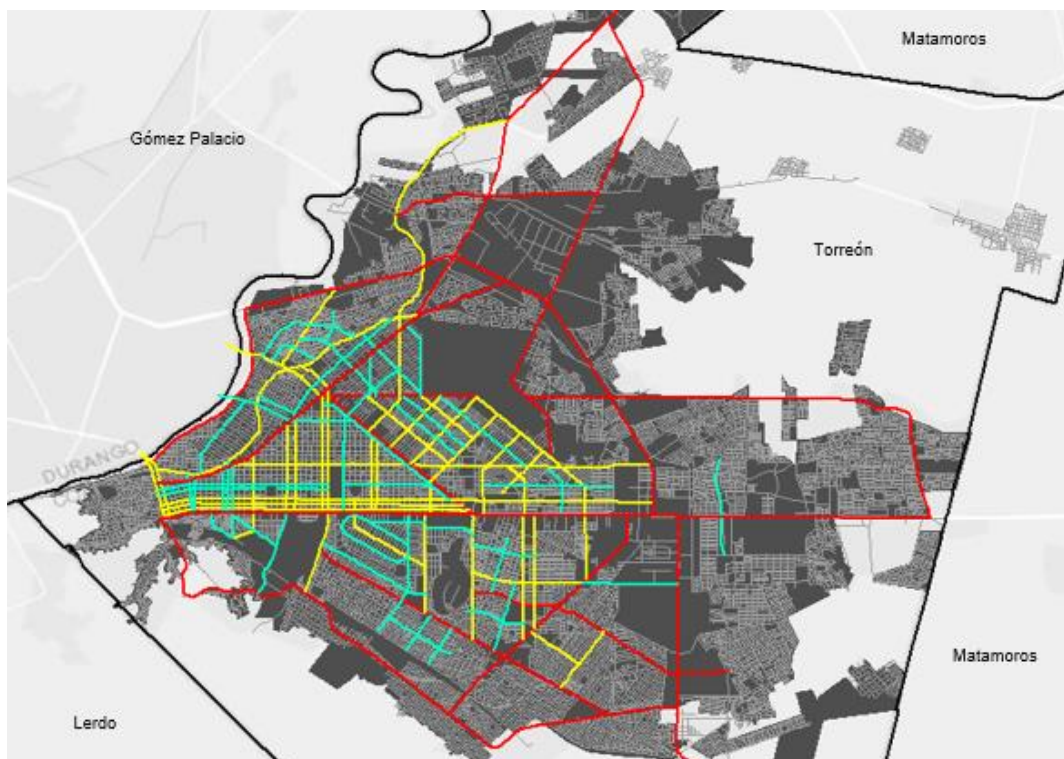
<sup>43</sup> Información obtenida del IMPLAN del *Plan Estratégico para Torreón con Enfoque Metropolitano 2040*, pp. 32, descargada de <http://www.trcimplan.gob.mx/plan-estrategico-torreon-enfoque-metropolitano-2040/trc2040.pdf>

<sup>44</sup> Capas Shapefile proporcionadas personalmente por el IMPLAN.

<sup>45</sup> Información obtenida de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>

<sup>46</sup> Página oficial de Google Earth: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

La información antes mencionada se ha manipulado usando QGIS 2.18.4<sup>47</sup> y ArcGIS 10.2<sup>48</sup>, dos de los softwares más usados en la actualidad para aspectos relacionados a sistemas de información geográfica (SIG). La herramienta de conversión se ha usado para exportar los archivos Keyhole Markup Language (KML) desde Google Earth a ArcGIS, siendo utilizado el sistema de coordenadas proyectadas WGS 1984 UTM Zona 13N, la cual corresponde a la zona de investigación. Esto resultó en una red de calles primarias, colectoras y secundarias (figura 17), la cual está constituida por 115 vías, 556 aristas y 324 nodos, con una longitud total de 407.19 kilómetros.



*Figura 17. Área de investigación (Torreón). Las líneas rojas corresponden a las vías consideradas como primarias, las amarillas como las colectoras y las azules como las secundarias.*

Para la realización del cálculo de la centralidad de intermediación de los nodos de la red de las vías primarias, colectoras y secundarias para diferentes escenarios (estado actual, con red de ciclovías propuesto por ayuntamiento de Torreón, y con red de ciclovía propuesto por el autor), se ha utilizado la librería tnet<sup>49</sup> que contiene la función “betweenness\_w” en el programa RStudio<sup>50</sup>. Éste es un entorno de desarrollo integrado (in., IDE) de código libre para R (Racine, 2012), el cual es un lenguaje de programación para la manipulación de datos, realización de cálculos estadísticos y representación gráfica.

<sup>47</sup> Página oficial de QGIS: <https://qgis.org/es/site/>

<sup>48</sup> Página oficial de Esri: <https://www.esri.com/es-es/home>

<sup>49</sup> Información obtenida de <https://toreopsahl.com/tnet/weighted-networks/node-centrality/>

<sup>50</sup> Página oficial de Rstudio: <https://www.rstudio.com/>

Utilizando la información contenida en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (el cual incluye a los establecimientos productores de bienes y servicios) del INEGI, se ha usado la herramienta de Análisis de Red Urbana (in., Urban Network Analysis) en ArcGIS. Esta herramienta ha sido desarrollada por el City Form Research Group del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y permite realizar el análisis de cinco tipos de centralidad de redes para edificios: Alcance (in., reach); Índice de Gravedad (in., gravity index); Intermediación (in., betweenness), Cercanía (in., closeness) y Rectitud (in., straightness) (Sevtsuk & Mekonnen, 2012).

Por último, se ha empleado una estimación de densidad de *kernel*, el cual es una herramienta existente en ArcGIS que realiza una interpolación espacial teniendo en cuenta las entidades existentes alrededor de cada punto. Dicha herramienta ha sido utilizada para calcular la densidad de las paradas de camiones que forman parte del sistema de transporte público, con un radio de búsqueda de 2.0 kilómetros, así como de las unidades económicas existentes en la ciudad. Cabe señalar que la función *kernel* que emplea ArcGIS está basada en la función *kernel* cuadrática descrita por B. Silverman (1986, pp 76 ecuación 4.5).

## **3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1 MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE LA RED**

Existen diferentes métodos para la representación de forma gráfica de la red de calles urbanas de una ciudad. El método utilizado en el presente trabajo es el Enfoque Primario (in., Primal Approach), el cual fue recomendado por Porta et al., siendo el método más simple y además de ser perceptualmente intuitivo (Ding et al., 2018). En el Enfoque Primario, las intersecciones son convertidas en nodos y las calles en aristas, permitiendo que las distancias sean calculadas de forma métrica en el espacio geográfico, de forma que la distancia existente entre dos nodos se puede expresar en metros y no en pasos (Porta et al., 2006).

Esta cuestión métrica es la principal diferencia entre este enfoque y el enfoque dual, el cual representa a la red de vías urbanas de diferente forma, siendo convertidas las intersecciones en aristas y las calles en nodos. Sin embargo, lo anterior termina impactando tanto la forma de capturar el comportamiento de las medidas de centralidad en las redes, como en la forma en que las redes se representan en gráficos (Porta et al., 2006). Por tal motivo, la distancia, medida de forma métrica, es reconocida como una de las características más importantes de la red viaria (Newman, 2004).

Teniendo en consideración lo anterior, todas las distancias entre un nodo y otro de la red de vías principales, colectoras y secundarias de Torreón han sido medidas y utilizadas para la generación del índice. Aparte de la distancia entre los nodos, también se han utilizado el ancho, tanto del carril como de la calle, además del número de carriles por dirección, para la construcción del índice.

### 3.2.2 MEDIDAS DE CENTRALIDAD

El análisis de las redes complejas se centra en las medidas de gráficos estadísticos y de simulaciones, utilizando un enfoque estadístico para evaluar la red estructural de la zona de estudio (Criado & Romance, 2012). De acuerdo con el marco de las redes complejas, es necesario tener algunas mediciones como son las de centralidad (Flores et al., 2017). Las medidas de centralidad son los métodos más básicos y utilizados para el análisis de redes complejas (Tarapata, 2015). Basado en lo anterior, se describen las medidas de centralidad utilizadas en el presente trabajo.

#### 3.2.2.1 ALCANCE (in., REACH)

La centralidad de alcance,  $C^r_R [i]$ , de un nodo  $i$  en una gráfica  $G$  con un radio de búsqueda  $r$ , describe el número de otros nodos en  $G$  que son alcanzables desde  $i$  en una distancia del camino más corto dentro de  $r$ . Es definida de la siguiente manera:

$$C^r_R [i] = \|\{j \in G - \{i\} : d [i, j] \leq r\}\| \quad [1]$$

en donde  $d [i, j]$  es la distancia del camino más corto entre los nodos  $i$  y  $j$  en  $G$ , y  $\|S\|$  es la cardinalidad del conjunto  $S$ . Si los nodos en  $G$  están ponderados, entonces el alcance queda definida de la forma siguiente:

$$C^r_R [i] = \sum_{j \in G - \{i\} : d [i, j] \leq r} W[j] \quad [2]$$

en donde  $W[j]$  es la ponderación del nodo  $j$ .

La medida de centralidad de alcance es calculada utilizando la herramienta de Análisis de Red Urbana en ArcGIS. Se ha decidido realizar un análisis global, aplicando como ponderación la cantidad de personas que laboran en el establecimiento (tanto personal que haya sido contratado directamente por la razón social como el personal ajeno pero que suministre algún servicio como pudiese ser el de limpieza). Además, se ha añadido la cantidad de estudiantes de cada una de las universidades existentes en la ciudad a la ponderación.

#### 3.2.2.2 INTERMEDIACIÓN (in., BETWEENNESS)

La centralidad de intermediación,  $C_B [i]$ , de un nodo  $i$  en una gráfica  $G$ , estima el número de veces que  $i$  se encuentra en los caminos más cortos entre pares de otros nodos alcanzables de la red (Freeman, 1977). La centralidad de intermediación está definida con la siguiente ecuación.



$$C_B [i] = \sum_{j,k \in G - \{i\}, d[j,k] \leq r} \frac{n_{jk} [i]}{n_{jk}} \quad [3]$$

en donde  $n_{jk}$  es el número de caminos más cortos desde el nodo  $j$  al nodo  $k$  en  $G$ , y  $n_{jk} [i]$  es el número de caminos más cortos desde  $j$  a  $k$  que pasa a través de  $i$ .

Se ha elegido realizar el cálculo de la centralidad de intermediación, en vez de otras medidas de centralidad, debido a que no actúa como un origen o un destino de viajes, sino como punto de paso (Porta et al., 2009). Con la centralidad de intermediación, es posible representar el volumen de tráfico de una arista a partir de un promedio de los valores obtenidos del par de nodos.

### 3.2.3 DENSIDAD

El análisis de densidades es utilizado en muchas ocasiones para la creación de mapas de calor, el cual permite representar, de una forma gráfica, la densidad de entidades (ya sean puntos o líneas) en un radio de búsqueda previamente definido. Teniendo esto en consideración, se explica el análisis de densidad utilizado.

#### 3.2.3.1 DENSIDAD DE *KERNEL*

La densidad de *kernel* calcula una magnitud (densidad) por unidad de área a partir de las características que tengan los puntos o líneas de interés (Erdogan, Yilmaz, Baybura, & Gullu, 2008). Conceptualmente, se ajusta una superficie curva uniforme sobre cada punto. El valor de superficie es más alto en la ubicación del punto y disminuye a medida que aumenta la distancia desde el punto y alcanza cero en la distancia de radio de búsqueda desde el punto (B. W. Silverman, 1986). La densidad de *kernel* está definida con la siguiente fórmula:

$$f(j) = \frac{1}{h^2} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{3}{\pi} \left( 1 - \frac{d_{ij}^2}{h^2} \right)^2 \right] \quad [4]$$

en donde  $f(j)$  es la densidad en el centro de la celda,  $h$  es el radio de búsqueda,  $d_{ij}$  es la distancia entre el punto de incidencia y el centro de la celda, y  $n$  es el número de incidentes dentro del radio de búsqueda.

### 3.2.4 PROCESO DE CUALIFICACIÓN DE LA VÍA

Para la generación del índice global general de cada una de las 556 aristas que conforman las 115 vías catalogadas como primarias, colectoras y secundarias, se ha tomado en consideración aspectos cuantitativos propios de cada calle (Anexo I). El valor del índice global general es el producto de los índices siguientes:

- Longitud de cada uno de los segmentos,
- Ancho de la calle por dirección (debido a la existencia de rúas bidireccionales),
- Número de carriles por sentido,
- Ancho del carril,
- Dirección (dándole un valor de 2 si la calle es de doble flujo y 1 si es de solamente un sentido),
- Peso que tiene la vialidad (con un valor de 2 si la calle es considerada primaria, 1.5 si es colectoras y 1 si es secundaria).

El índice global general se ha utilizado, posteriormente, como el valor de ponderación de cada una de las conexiones existentes de la red de calles para el cálculo de la centralidad de intermediación. Teniendo dicha medida de centralidad para cada uno de los nodos (Anexo II, columna 4), se le ha asignado un valor de centralidad a cada arista que es igual al valor promedio de su par de nodos que la rodean, permitiendo tener una aproximación de las vialidades con mayor flujo vehicular.

Se ha valorado la modificación de los resultados obtenidos a partir de la propuesta existente de una red de ciclovías por parte del Ayuntamiento de Torreón (figura 18). Este proyecto consiste en la construcción de una red ciclista de una longitud aproximada de 210 kilómetros y con cinco diferentes tipos de infraestructuras (tabla 3). Considerando la seguridad que proporcionaría los diferentes tipos de infraestructura ciclista a los futuros usuarios de la misma, se le ha otorgado un peso diferente a cada una de ellos, el cual multiplica el índice global general. Así, la ciclovía de trazo independiente, a la ciclovía, al ciclocarril, a la calle compartida y al carril compartido se le dio una ponderación de 10, 9, 5, 4 y 2, respectivamente.

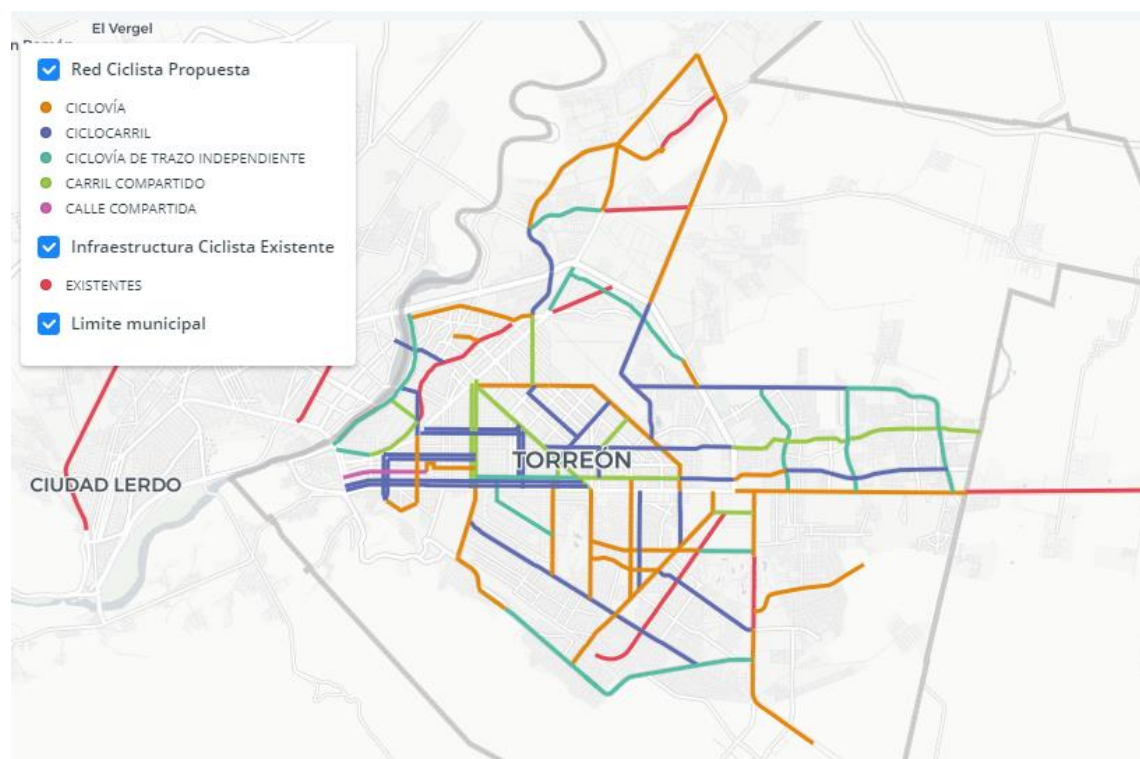


Figura 18. Red de Infraestructura Ciclista propuesta por el Ayuntamiento de Torreón.

Fuente: Instituto Municipal de Planeación y Competitividad (IMPLAN) Torreón<sup>51</sup>.

Tabla 3. Descripción de cada una de las diferentes infraestructuras ciclistas propuesta por el Ayuntamiento de Torreón.

Fuente: Elaboración propia a partir información del Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITDP) en su Manual Integral de Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas, Tomo IV – Infraestructura<sup>52</sup>.

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	DEFINICIÓN	PESO
Ciclovía de Trazo Independiente	Vialidades exclusivas para la circulación ciclista, apartadas de la circulación del tránsito automotor y cuyo espacio de diseño no depende de la redistribución del arroyo vehicular.	10
Ciclovía	Vía o sección de una vialidad, exclusiva para la circulación ciclista, físicamente separada del tránsito automotor, pero dentro del arroyo vehicular. Se debe establecer como un carril unidireccional, en el sentido de circulación del tránsito y ubicarse en el extremo derecho del arroyo vehicular.	9

<sup>51</sup> Información obtenida de <http://www.trcimplan.gob.mx/sig-mapas-torreon/red-infraestructura-ciclista.html>

<sup>52</sup> Información obtenida de <http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>

Ciclocarril	Franja dentro del arroyo vehicular destinada exclusivamente para la circulación ciclista; se delimita a través del señalamiento de un carril en el asfalto, ubicándose en el costado derecho de la vía.	5
Calle Compartida	Vía que presenta bajos volúmenes de tránsito y que, por lo tanto, otorga facilidad para darle prioridad a la circulación ciclista, compartiendo el espacio con el tránsito automotor de forma segura. Además, se cuenta con señalización en donde se indica la prioridad que tiene el ciclista.	4
Carril Compartido	Vialidad con volumen vehicular moderado que da preferencia para las bicicletas y en el que se comparte el espacio con el tránsito automotor. Normalmente no existe una señalización sobre la prioridad que tiene el ciclista, dando lugar a estacionamiento ilegal.	2

El nuevo índice global general con los pesos de las diferentes infraestructuras ciclistas se ha usado, igualmente, como el valor de ponderación de cada una de las conexiones existentes para el cálculo de la medida de intermediación, obteniéndose los valores de cada nodo (Anexo II, columna 5) y así calcular la centralidad de cada arista.

### 3.2.5 PROCESO DE OPTIMIZACIÓN

Para el proceso de optimización de la propuesta de la red de infraestructura ciclista del Ayuntamiento de Torreón, con el objetivo de aumentar su medida de intermediación, se han tomado en consideración diferentes aspectos. Uno de éstos fue la medida de centralidad de alcance aplicada a unidades económicas (entidades productoras de bienes y servicios), con la finalidad de conocer las zonas de la ciudad en donde se localizan una mayor cantidad de actividades económicas. Otro punto que se ha tomado en cuenta fue la densidad de *kernel* de dichas unidades económicas, con el objetivo de determinar las áreas en donde se encuentran una mayor cantidad de lugares de trabajo. Asimismo, la densidad de *kernel* se ha calculado para las diferentes líneas del sistema de transporte público para saber que partes de la urbanización cuenta con una alta o baja accesibilidad.

Además de los aspectos anteriores, también se han considerado la ubicación de los parques industriales y de las universidades (públicas y privadas, así como su población

estudiantil<sup>53</sup>) como posibles puntos de atracción de viajes. Por último, también se han tomado en cuenta las zonas con mayor cantidad de habitantes en la ciudad.

La propuesta optimizada consiste en una red ciclista con una longitud aproximada de 185 kilómetros y con únicamente tres diferentes tipos de infraestructuras, las cuales son las consideradas más seguras y cuyas características están descritas en la tabla 3:

- Ciclovía de trazo independiente,
- Ciclovía,
- Ciclocarril.

Igualmente, se le ha dado una ponderación (3 siendo el más alto) en función de si el tramo de ciclopista cruza por una zona con alta población, sitios de trabajo o universidades.

Finalmente, este índice global general para la propuesta de la red de ciclopista se ha utilizado como el peso de cada conexión existente durante el cálculo de la centralidad de intermediación. De igual manera, se obtienen los valores de cada uno de los nodos (Anexo II, columna 6), promediándose para así conocer la centralidad de cada arista de la red.

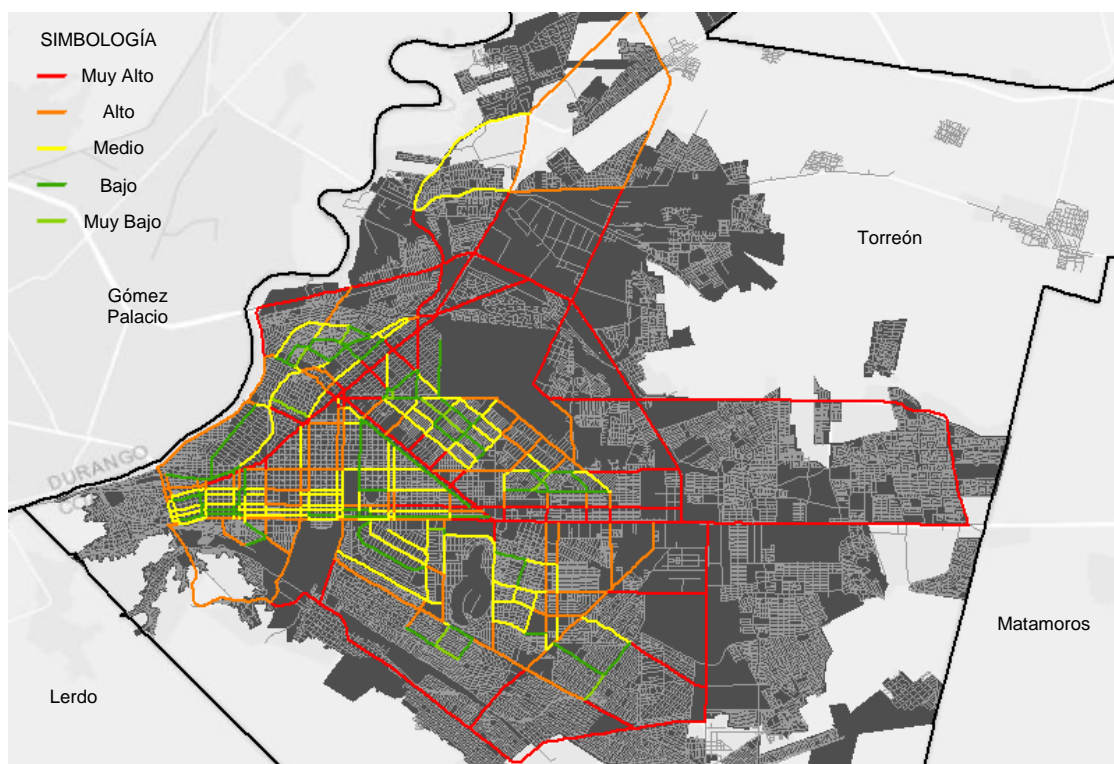
---

<sup>53</sup> Estadística Ciclo Escolar 2017 – 2018 nivel Licenciatura. Información obtenida de <http://www.escuelatransparente.gob.mx/transparencia/index.php>

## 4 RESULTADOS

Esta sección muestra los resultados de los cálculos realizados utilizando los diferentes índices desarrollados, así como las representaciones en forma de mapas que fueron usados como soporte en el momento de la asignación de los diferentes pesos a cada una de las conexiones de la red viaria.

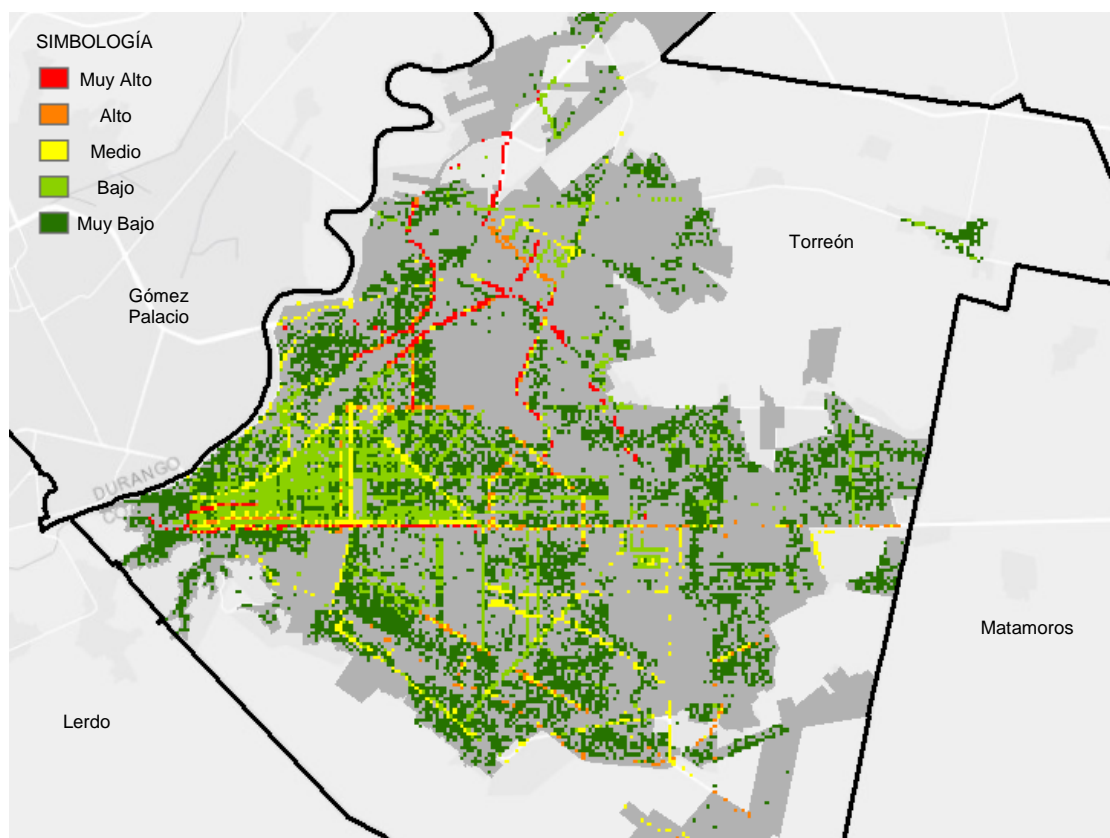
La medida de intermediación exhibe una gran capacidad de identificar rutas o sub-áreas con una mayor centralidad (Porta et al., 2006), pudiendo generar una aproximación del flujo vehicular. Como se aprecia en la figura 19, las líneas rojas representan las vialidades con mayor volumen de automóviles, seguida de las líneas con color naranja, amarillo y por último verde. Se puede ver que las vías principales son, en su mayoría, por donde transitan una mayor cantidad de vehículos. Por otra parte, las zonas que comprenden el centro y sur de la ciudad presentan carga de automóviles de moderada a alta, no siendo así para los lugares colindantes al aeropuerto y al lecho seco del río Nazas, en donde el volumen es de moderado a bajo.



*Figura 19. Mapa de intensidad de tráfico de la ciudad de Torreón utilizando la intermediación como medida de centralidad.*

Como se mencionó con anterioridad, la centralidad de alcance permite detectar las áreas de la ciudad en donde se localizan una mayor cantidad de actividades económicas. La figura 20 muestra dicho análisis global utilizando como ponderación la cantidad de personas que laboran en el establecimiento. Valores altos de alcance resultan en zonas en donde existe

una elevada cantidad de personas trabajando. Se puede ver que las partes que comprenden el norte y el centro histórico de la ciudad, así como en las vías principales, es donde existe un mayor número de individuos laborando.



*Figura 20. Mapa en donde se representa la centralidad de alcance global calculada para cada una de las unidades económicas registradas ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en la ciudad de Torreón.*

Los análisis de densidad permiten la creación de mapas de calor que revelan zonas en donde se concentra una mayor cantidad de entidades. La figura 21 presenta un análisis global de *kernel* sin ponderación, observándose partes con valores altos que indican áreas en donde se localizan una mayor cantidad de lugares de trabajo. Se puede observar claramente como la zona correspondiente al centro histórico de la ciudad registra una densidad de *kernel* muy alta. También se puede apreciar que, conforme se aleja uno de la parte vieja, los valores van disminuyendo, registrándose los más bajos en las zonas periféricas.

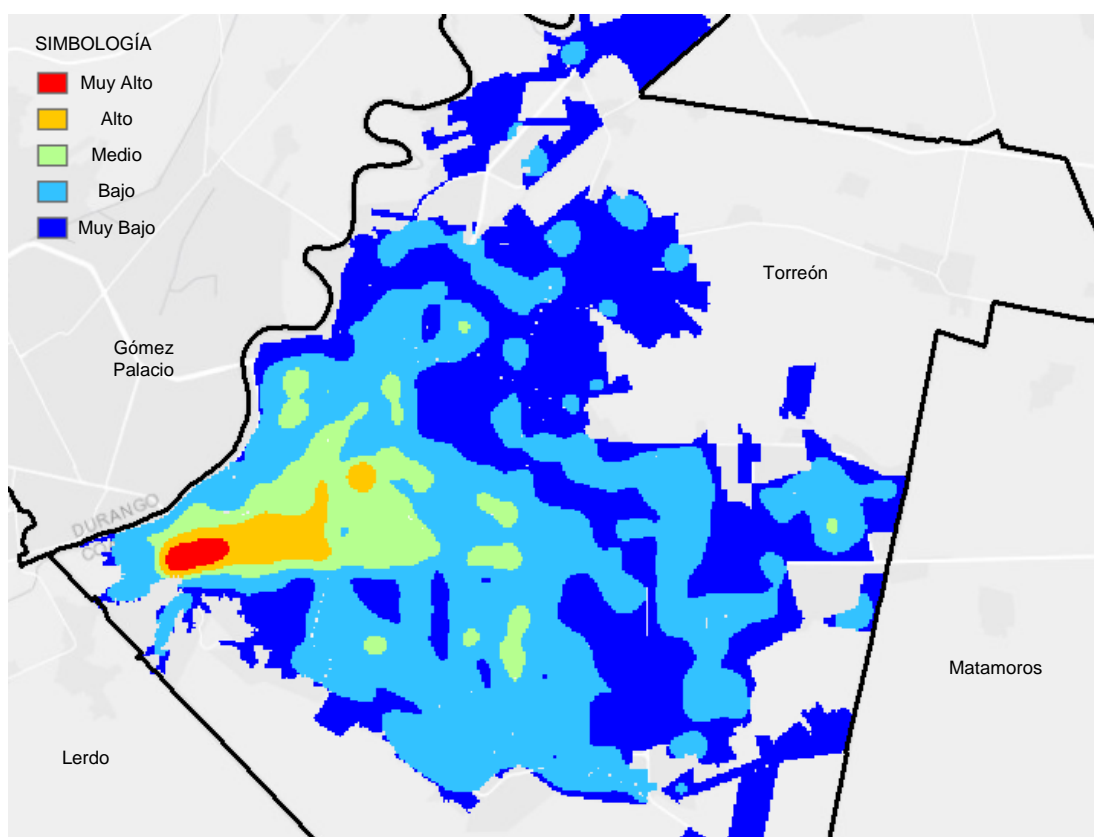


Figura 21. Mapa con los resultados del cálculo de la densidad de kernel utilizando las unidades económicas registradas ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en la ciudad de Torreón.

La figura 22 muestra también un análisis global de *kernel* sin ponderación de las líneas de camiones que conforman el sistema de transporte público de la ciudad. Se puede evaluar con claridad que los valores más elevados se sitúan en la zona del centro histórico, indicando que más líneas de camiones confluyen en esa área durante su recorrido. También se puede observar que conforme nos apartamos de las primeras manzanas de la ciudad, los valores de densidad de *kernel* disminuyen, siendo las colonias que se localizan en la periferia en donde se registran los números más bajos. Lo anterior puede indicar una baja frecuencia en el servicio, forzando a la población a utilizar el automóvil como su forma de desplazamiento.



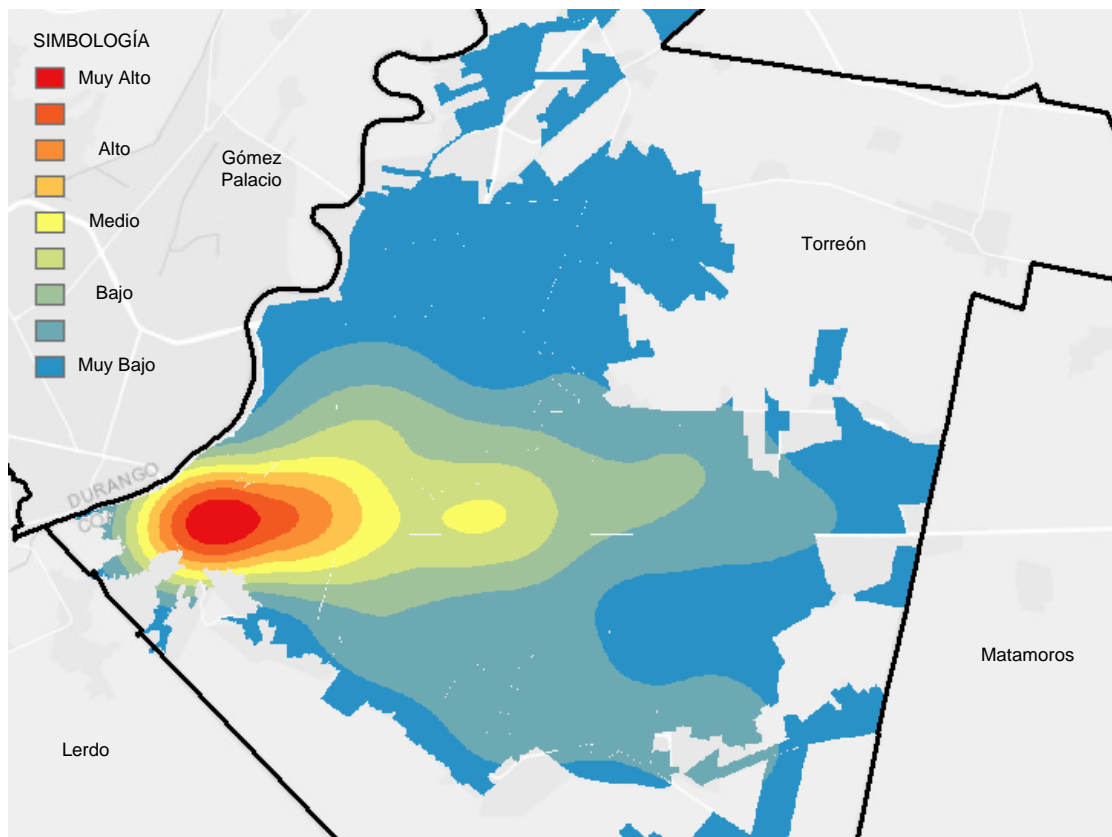


Figura 22. Mapa con los resultados del cálculo de la densidad de kernel utilizando las líneas existentes de transporte público en la ciudad.

En la figura 23 se representa la población existente en la ciudad de Torreón dividida por colonias. Se puede visualizar que una gran cantidad de personas habitan en la parte centro y sur de la ciudad (óvalo negro). Por otro lado, es claramente visible que las colonias ubicadas del lado exterior del Periférico Raúl López Sánchez (la vialidad con mayor flujo vehicular de acuerdo a sus valores de intermediación) son las que presentan una menor cantidad de población, además de localizarse de una manera más dispersa.

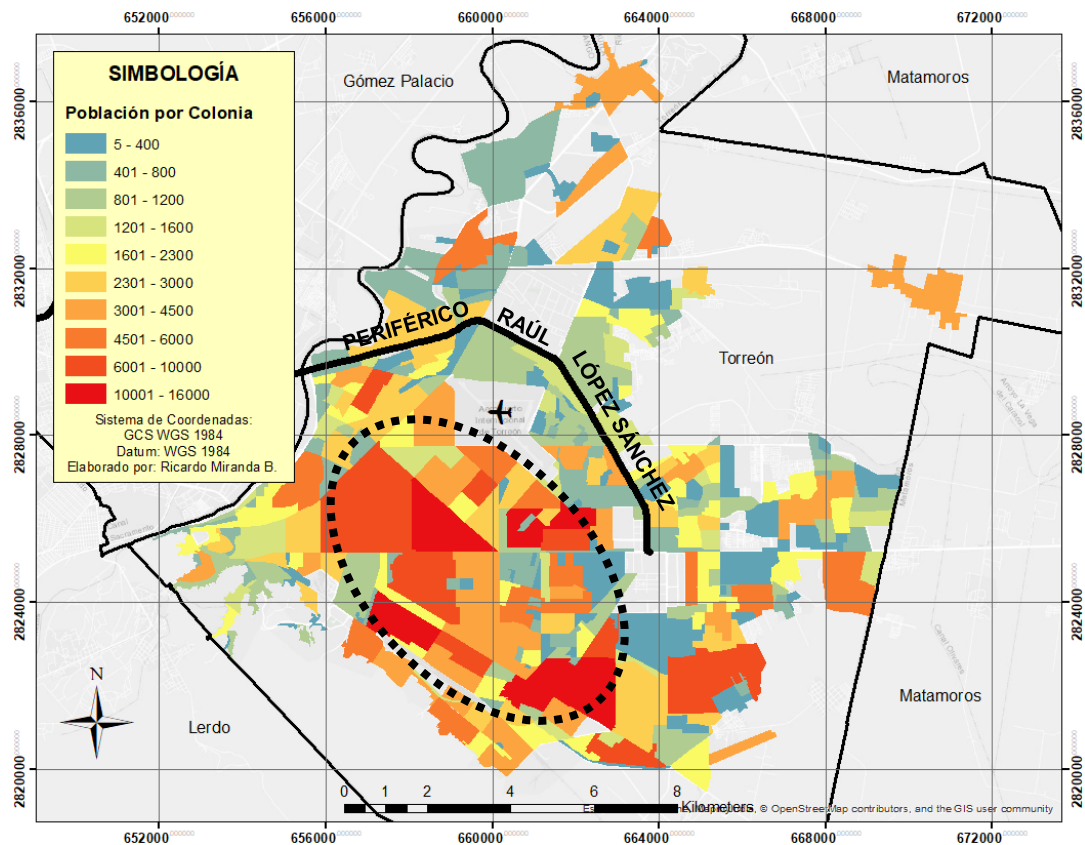
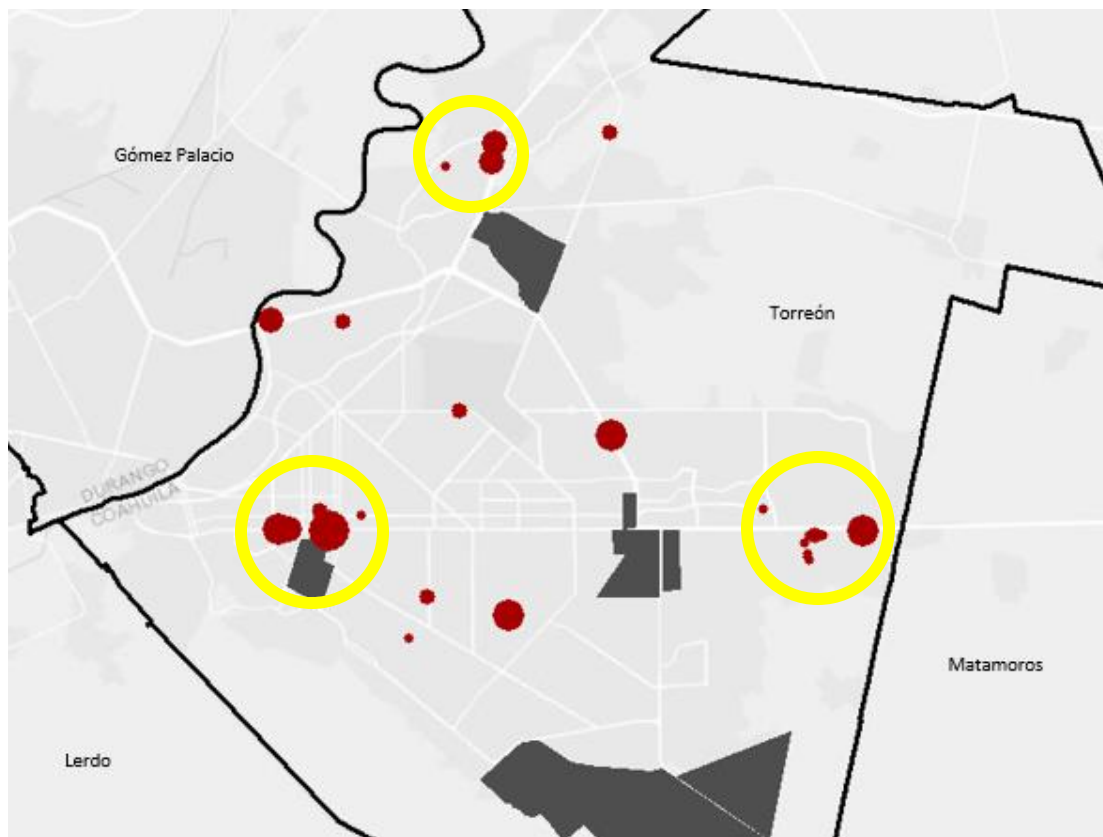


Figura 23. Población por colonia en la ciudad de Torreón

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por el Instituto Municipal de Planeación y Competitividad (IMPLAN) Torreón<sup>54</sup>.

En la figura 24 se muestra la ubicación de los parques industriales existentes en la ciudad, así como las universidades o facultades (tanto públicas como privadas) con mayor cantidad de estudiantes a nivel de licenciatura. Se puede ver que, en el caso de las universidades, existen tres zonas en donde se aglomeran algunas de ellas: una en la parte centro y las otras dos en las orillas norte y este de la ciudad. En lo que respecta a los parques industriales, éstos se localizan en la periferia de la ciudad, aunque muy distantes entre sí.

<sup>54</sup> Capa Shapefile proporcionada personalmente por el IMPLAN.



*Figura 24. Ubicación de los parques industriales existentes en Torreón (polígonos grises), así como de las universidades/facultades (públicas y privadas) con mayor población estudiantil (círculos rojos). El tamaño del círculo es proporcional a la cantidad de estudiantes.*

Finalmente, en la figura 25 se observa la red de infraestructura ciclista propuesto en el presente TFM, en el cual se han tomado en consideración los diferentes análisis realizados. Se puede ver que en la propuesta se están tomando en cuenta únicamente tres diferentes tipos de infraestructuras (las que son calificadas como las más seguras de usar para los futuros usuarios), predominando principalmente la ciclovía.

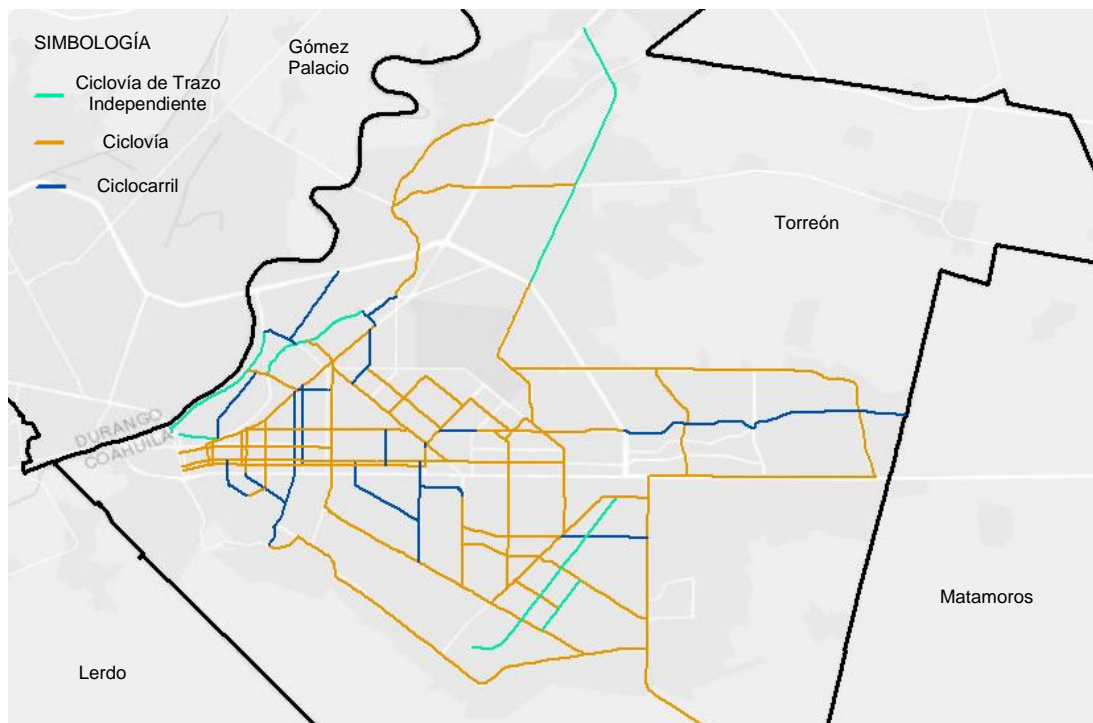


Figura 25. Red de Infraestructura Ciclista propuesta en el presente TFM.

Como se comentó en otras secciones, estos resultados fueron utilizados para la generación de los diversos índices globales generales y así obtener la centralidad de intermediación de cada uno de los vértices que conforman la red vial. Nuestro objetivo radica en aumentar el valor de la intermediación global del sistema a partir del aumento de la intermediación individual de las diferentes vías en estudio. Para observar esta mejora, utilizamos la distribución de probabilidad acumulada de estos valores, la cual nos proporciona la probabilidad  $P > (C_{B,i})$  que una vía  $i$  en particular tenga un valor de intermediación  $C_{B,i}$  o mayor. En la figura 26 se puede apreciar, en forma de gráfica, y en ejes lineal logarítmico, el aumento del área debajo de esta función para el caso propuesto para este TFM, hecho que indica el aumento en esta medida de centralidad para el caso global.

En la figura se observa como las propuestas de red de infraestructura ciclista, tanto por parte del Ayuntamiento de Torreón como la del TFM, se desplaza hacia la derecha con respecto a la propuesta de sin ciclovías. Calculando el área debajo de cada una de las curvas, se obtiene un valor para la opción de sin ciclovías de 447,784.57; para la propuesta del Ayuntamiento de Torreón de 538,851.13; y para la propuesta personal de 606,056.06. Esto significa que tanto la propuesta por parte del ayuntamiento como la personal, tienen una centralidad de intermediación del 20% y 35% mayor con relación a la propuesta sin ciclovías respectivamente. Asimismo, la propuesta personal tiene una intermediación del 12% mayor que la propuesta del ayuntamiento (tabla 4).

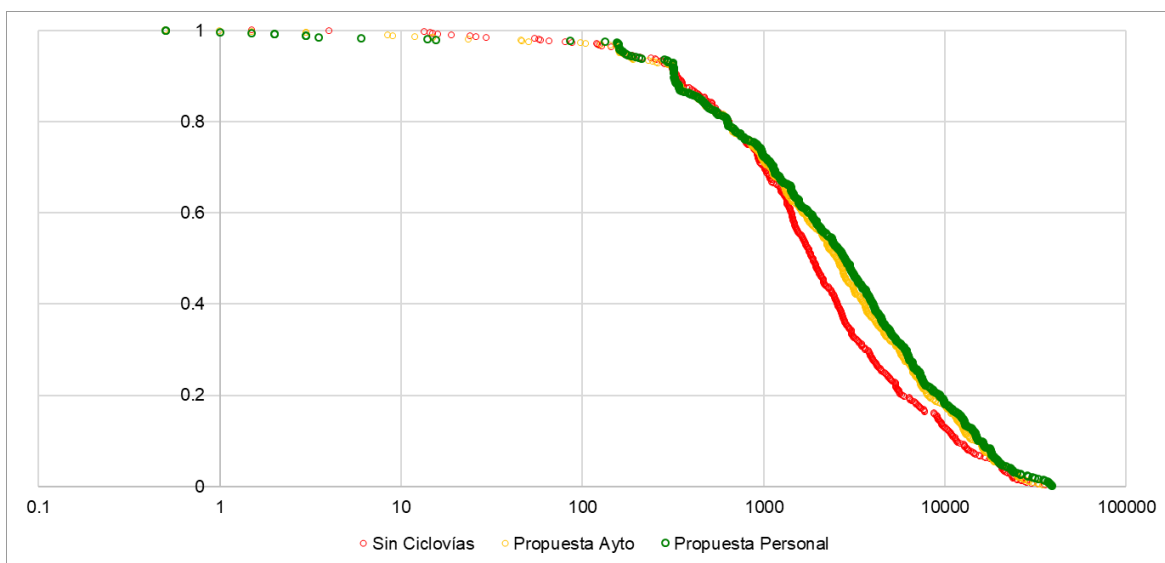


Figura 26. Probabilidad acumulada de la Centralidad de intermediación para cada una de las propuestas: sin ciclovías (rojo), propuesta por parte del ayuntamiento (amarillo), propuesta personal (verde).

Tabla 4. Porcentajes de aumento en los valores acumulados de la centralidad de intermediación con respecto a cada una de las propuestas.

	Sin Ciclovías	Propuesta Ayuntamiento	Propuesta TFM
Sin Ciclovías		20.34%	35.34%
Propuesta del Ayuntamiento			12.47%
Propuesta Personal			

## 5 DISCUSIÓN

La medida de centralidad de intermediación refleja cuáles vialidades son las que presentan un mayor volumen de flujo vehicular. Se puede apreciar cómo las vías consideradas básicas son las que absorben la mayor carga de tráfico en la ciudad. No obstante, algo importante a señalar es que ningún análisis espacial, utilizando un único índice, puede representar la imagen completa de la realidad. Es necesario tener en consideración otros aspectos para que el resultado sea más preciso. Además, en el presente estudio únicamente fueron consideradas las vialidades principales, colectoras y secundarias (por considerar que es en donde se concentra un mayor volumen de tráfico vehicular), sin tomar en cuenta las vías terciarias, por lo que sería interesante realizar un estudio teniendo en mente dichas calles. Sin embargo, con el resultado obtenido en forma de mapa de intensidad de tráfico, permite contar al menos una aproximación de lo que está sucediendo en la ciudad.

Por su parte, la medida de centralidad de alcance indica perfectamente la parte norte de la ciudad como la zona en donde hay una mayor cantidad de personas trabajando. Esto tiene mucho sentido ya que en el lugar se localizan una gran variedad de medianos y grandes negocios, haciéndolo un gran polo de atracción de viajes. Algo a señalar es el área del centro histórico y alrededores, ya que, contrario a la idea que mucha gente de Torreón tiene respecto a la zona (considerada incluso como abandonada), presenta un gran número de unidades económicas en donde labora una cantidad importante de individuos, convirtiéndola en un gran polo de atracción de viajes. Los casos contrarios se localizan en las colonias de la periferia de la urbanización, debido a que registran un menor dinamismo económico. Esto puede provocar que la gente tenga que desplazarse grandes distancias para poder llegar a su lugar de trabajo o sitio de interés.

A pesar del fenómeno de dispersión que actualmente experimenta la ciudad, un gran porcentaje de la población sigue viviendo en zonas consideradas céntricas. Esto hace pensar que la mayoría de los viajes diarios, existentes en la urbe, se realizan desde adentro hacia afuera durante las primeras horas del día, y desde afuera hacia adentro al finalizar la jornada laboral.

La gente que habita en los suburbios tiene una gran complicación al momento de desplazarse, ya que la frecuencia de paso del servicio de transporte público es baja. Además, el Periférico Raúl López Sánchez puede actuar, hacia esos barrios, como un elemento de segregación por su alta carga vehicular, obligando a las personas a desplazarse en vehículo propio.

En lo que respecta a la propuesta personal de ciclovías, éstas fueron pensadas para que transcurrieran por las vías principales y colectoras y por sitios que pudiesen ser un polo de atracción de viajes. Esto tiene como objetivo el poder quitar un espacio al vehículo para dárselo a un medio de desplazamiento que genera muy pocos impactos ambientales. Cabe añadir que, tanto la propuesta personal como la del ayuntamiento, probablemente no sería bien recibida en un principio por parte de la ciudadanía. Sin embargo, casos de éxito en

otras partes del mundo como en la Ciudad de México<sup>55</sup>, Santiago de Chile y Rosario, Argentina<sup>56</sup>, hacen pensar que con el pasar de los años cada vez existirían más personas que comenzarían a desplazarse por este medio.

De los resultados anteriormente presentados se deducen algunas consecuencias. El porcentaje de aumento en los valores acumulados de la centralidad de intermediación de este TFM con respecto a la propuesta del Ayuntamiento (12.47%) es de suma importancia ya que se obtiene ese porcentaje con 25 kilómetros menos de ciclopista (i.e., una reducción del 11.9%). Esto se debe principalmente dos motivos. El primero va en relación al tipo de infraestructura ciclista sugerida, ya que en la propuesta del TFM, únicamente se consideran tres variantes, siendo la ciclovía la predominante. Por su parte, la propuesta del ayuntamiento tiene en cuenta cinco clases diferentes de ciclopista, siendo el ciclocarril, el carril compartido y la ciclovía las más consideradas. El segundo motivo se debe a que en la propuesta personal se tiene en consideración aspectos como posibles polos de atracción de viajes, áreas en donde habita la población y las barreras existentes por infraestructura ya construida como pueden ser los puentes vehiculares.

En lo que refiere a la ponderación empleada, ésta se debió a su sencillez y fácil entendimiento (del 1 al 10 para el caso de tipo de infraestructura ciclista, en donde 1 era lo más inseguro y 10 lo más seguro; del 1 al 3 para el tema de las áreas de la ciudad en donde es más probable que existan un mayor número de desplazamientos por parte de la ciudadanía, en donde 1 era un nivel bajo y 3 alto). Sin embargo, se obtendrían resultados más visibles con una ponderación logarítmica que, a su vez, tuviese en cuenta más variables cuantitativas.

En relación al aumento en la centralidad de intermediación, ésta bien podría interpretarse como un incremento en el número de posibles usuarios de la red ciclista. Una diferencia importante entre la propuesta del TFM y la del ayuntamiento es que la primera es considerada más segura, por lo que podría resultar más atractiva para que un mayor número de personas las usen.

Finalmente, un incremento en el número de viajes realizados en bicicleta se traduciría en una disminución considerable en las emisiones de contaminantes a la atmósfera. Mrkajic, Vukelic, & Mihajlov (2015) mencionan que el uso de la bicicleta, el automóvil y el camión, generan un total de 21, 271 y 101 gramos de CO<sub>2(eq)</sub> por pasajero kilómetro viajado<sup>57</sup>, respectivamente. Teniendo en consideración los datos anteriores, si cien personas en Torreón tuvieran que desplazarse una media de 5 km diariamente y lo hicieran usando la bicicleta, la cantidad de CO<sub>2(eq)</sub> que se dejaría de emitir sería de 125 kg en relación al automóvil, y 40 kg con respecto al autobús.

---

<sup>55</sup> Información obtenida de <http://ciclociudades.mx/conteos-ciclistas/>

<sup>56</sup> Información obtenida de <https://blogs.iadb.org/ciudadessostenibles/2016/11/06/ciclovias/>

<sup>57</sup> Información obtenida de [https://ecf.com/sites/ecf.com/files/ECF\\_CO2\\_WEB.pdf](https://ecf.com/sites/ecf.com/files/ECF_CO2_WEB.pdf)

## 6 CONCLUSIONES

La población de la ciudad de Torreón ha aumentado de forma acelerada en las últimas décadas, ocasionando que su área urbana haya crecido de forma dispersa e irregular. Esto ha favorecido para que el automóvil sea el medio de desplazamiento en la ciudad por excelencia, impidiendo el desarrollo de otras formas de movilidad menos contaminantes y más incluyentes. Asimismo, ha hecho que Torreón sea, en la actualidad, una de las ciudades más contaminantes del país.

Por tales motivos, hoy más que nunca es necesario un nuevo modelo de movilidad en el cual, sea un derecho de todas las personas el poderse desplazar, sea visto como un factor de equilibrio social al cual todo individuo tenga acceso y que sea sostenible desde un punto de vista social, energético y medioambiental.

Se realizó un análisis de redes utilizando el enfoque primario como método de representación de forma gráfica de la red de calles urbanas de la ciudad de Torreón. Además, fueron utilizadas las medidas de centralidad de alcance y de intermediación, así como la densidad de *kernel* para la obtención de un diagnóstico. Los resultados muestran que las vías primarias son las que absorben un mayor volumen de tráfico vehicular. Que existen zonas de la ciudad que son polos de atracción de viajes debido a su gran oferta laboral. Que hay muchas partes en la urbanización en donde hay una baja frecuencia en el servicio del transporte público por lo que podría fomentarse el uso del automóvil. Y, por último, que las dos propuestas de red ciclista tienen una centralidad de intermediación mayor que una sin ésta infraestructura.

Se espera que este trabajo sea un parteaguas y de gran utilidad a futuras personas que quieran realizar investigaciones al respecto. Algunas propuestas para trabajo a futuro serían la realización de encuestas de origen – destino a una muestra representativa de la población, la elaboración de un estudio económico para estimar del coste que tendría cada una de las propuestas de ciclovías mencionadas, la determinación del área de servicio de las diferentes líneas de camiones que conforman el sistema de transporte público y, de esta forma, desarrollar una propuesta de reestructuración del mismo con el objetivo de incrementar la frecuencia de paso en las zonas en donde actualmente es baja.

Finalmente, no podemos hablar de Torreón como si fuese un sistema cerrado, un sistema que no tuviese entradas ni salidas. Como se menciona a lo largo de la sección de la historia de la ciudad, no se puede entender a Torreón sin tener en consideración los otros municipios que conforman la Zona Metropolitana de La Laguna. Diariamente existen miles de interacciones, en forma de desplazamientos, entre los municipios de Torreón, Gómez Palacio, Lerdo y Matamoros. Debido a esos motivos, sería interesante ampliar el área de estudio a toda la zona metropolitana, así se podría realizar un diagnóstico de los diferentes tipos de desplazamientos existentes y desarrollar, posteriormente, un plan metropolitano de movilidad urbana integral sostenible, el cual tenga en consideración los aspectos demográficos, económicos y ambientales de la región.



## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Ayazli, I. E., Kilic, F., Lauf, S., Demir, H., & Kleinschmit, B. (2015). Simulating urban growth driven by transportation networks: A case study of the Istanbul third bridge. *Land Use Policy*, 49, 332–340. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.016>
- Castro, L. J. (2014). *Hacia un Sistema de Movilidad Urbana Integral y Sustentable en la Zona Metropolitana del Valle de México*. Retrieved from <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015845/015845.pdf>
- Criado, R., & Romance, M. (2012). Handbook of Optimization in Complex Networks, 58, 10–11. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0857-4>
- Del Bosque Villareal, H. H. (2007). *Torreón 1907 - 2007, Cien Años de Ciudad* (1st ed.). Torreón, México: Carmona Impresores, S.A. de C.V.
- Ding, R., Ujang, N., Hamid, H. bin, Manan, M. S. A., He, Y., Li, R., & Wu, J. (2018). Detecting the urban traffic network structure dynamics through the growth and analysis of multi-layer networks. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 503, 800–817. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.02.059>
- E. Fujigaki Cruz. (2001). *Modernización Agrícola y Revolución. Haciendas y Compañías de Irrigación del Norte de México: 1910 – 1929*. Ciudad de México.
- Erdogan, S., Yilmaz, I., Baybura, T., & Gullu, M. (2008). Geographical Information Systems Aided Traffic Accident Analysis System Case Study: City of Afyonkarahisar. *Accident Analysis and Prevention*, 40(1), 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.05.004>
- Flores, I., Mota, D. La, & Huerta-barrientos, A. (2017). *Simulation-Optimization of the Mexico City Public Transportation Network: A Complex Network Analysis Framework*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-55810-3>
- Freeman, L. C. (1977). A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. *Sociometry*, 40(1), 35–41.
- García Amaro, E. (1970). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*.
- González Morales, Á. (1990). *El Ferrocarril en la Comarca Lagunera. 1880 – 1910*. Universidad Autónoma Metropolitana, Campus Iztapalapa.
- Guerra, E. (1932). *La Historia de Torreón* (3rd ed.). Torreón, México: Editorial del Norte Mexicano.

- Guerra, E. (1953). *Historia de La Laguna* (1st ed.). Torreón, México: Fondo Editorial Laguneri.
- Haznaghy, A., Fi, I., London, A., & Nemeth, T. (2015). Complex network analysis of public transportation networks: A comprehensive study. *2015 International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)*, 371–378. <https://doi.org/10.1109/MTITS.2015.7223282>
- Herce, M. (2009). *Sobre la Movilidad en la Ciudad*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- Hidalgo-Solórzano, E., Campuzano-Rincón, J., Rodríguez-Hernández, J. M., Chias-Becerril, L., Reséndiz-López, H., Sánchez-Restrepo, H., ... Híjar, M. (2010). Motivos de Uso y No Uso de Puentes Peatonales en la Ciudad de México: la Perspectiva de los Peatones. *Salud Pública de México*, 52(6), 502–510.
- J. Saxe-Fernández. (2016). *La Compra-Venta de México: Una Interpretación Histórica y Estratégica de las Relaciones México – Estados Unidos*. Ciudad de México.
- Jevons, S. (1865). *The Coal Question; An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines*.
- Martínez Saldaña, T. (1990). Origen y Evolución de la Hacienda Algodonera en la Región de La Laguna de Coahuila y Durango, México. In *Origen y Evolución de la Hacienda en México: Siglos XVI al XX* (1st ed., p. 263). Toluca, México.
- Maurice W. Kirby. (2002). *The Origin of Railway Enterprise: The Stockton and Darlington Railway*.
- Mrkajic, V., Vukelic, D., & Mihajlov, A. (2015). Reduction of CO2 emission and non-environmental co-benefits of bicycle infrastructure provision: the case of the University of Novi Sad, Serbia, 49, 232–242.
- Newman, M. T. G. and M. E. J. (2004). The Spatial Structure of Networks. <https://doi.org/10.7551/978-0-262-31709-2-ch057>
- Porta, S., Crucitti, P., & Latora, V. (2006). The network analysis of urban streets: A primal approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33(5), 705–725. <https://doi.org/10.1068/b32045>
- Porta, S., Latora, V., Wang, F., Rueda, S., Strano, E., Scellato, S., ... Latora, L. (2012). Street Centrality and the Location of Economic Activities in Barcelona. *Urban Studies*, 49(7), 1471–1488. <https://doi.org/10.1177/0042098011422570>
- Porta, S., Strano, E., Iacoviello, V., Messori, R., Latora, V., Cardillo, A., ... Scellato, S.

- (2009). Street centrality and densities of retail and services in Bologna, Italy. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36(3), 450–465. <https://doi.org/10.1068/b34098>
- Racine, J. S. (2012). RStudio: A Platform-Independent IDE for R and Sweave. *Journal of Applied Econometrics*, 27, 167–172. <https://doi.org/10.1002/jae>
- Romero Navarrete, L. (2007). *El Río Nazas y los Derechos de Agua en México: Conflicto y Negociación en Torno a la Democracia 1879 – 1939*. Ciudad de México.
- Sevtsuk, A., & Mekonnen, M. (2012). Urban network analysis. A new toolbox for ArcGIS. *Revue Internationale de Géomatique*, 22(2), 287–305. <https://doi.org/10.3166/rig.22.287-305>
- Silva, J., França, B., Lima, L., Souto, V., & Ferraz, F. (2015). Towards Smart Traffic Lights Using big data to Improve Urban Traffic, (c), 31–33.
- Silverman, B. (1986). Density Estimation for Statistics and Data Analysis. *Chapman and Hall*, 37(1), 1–22. <https://doi.org/10.2307/2347507>
- Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis* (1st ed.). London: Chapman and Hall. Retrieved from [https://books.google.es/books?id=e-xsrjsL7WkC&printsec=frontcover&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=e-xsrjsL7WkC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Tarapata, Z. (2015). Modelling and analysis of transportation networks using complex networks: Poland case study. *Archives of Transport*, 36(4), 55–65. <https://doi.org/10.5604/08669546.1185207>

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO I – OBTENCIÓN DEL ÍNDICE GENERAL

i	j	Índice (w)	Longitud (km)	Ancho por Dirección (mts)	Número de Carriles por Dirección	Ancho del Carril (mts)	Dirección	Peso (Por Tipo de Vialidad)
1	4	901.60	2.30	14.0	4	3.50	2	2
1	7	372.40	0.95	14.0	4	3.50	2	2
1	8	940.80	2.40	14.0	4	3.50	2	2
1	13	254.80	2.60	7.0	2	3.50	2	2
2	13	392.00	4.00	7.0	2	3.50	2	2
2	14	1176.00	3.00	14.0	4	3.50	2	2
2	234	246.96	2.52	7.0	2	3.50	2	2
3	4	548.80	1.40	14.0	4	3.50	2	2
3	222	24.26	0.33	7.0	2	3.50	2	1.5
3	285	13.97	0.19	7.0	2	3.50	2	1.5
4	8	352.80	1.60	10.5	3	3.50	2	2
5	6	588.00	1.50	14.0	4	3.50	2	2
5	7	418.95	1.90	10.5	3	3.50	2	2
5	66	110.25	0.50	10.5	3	3.50	2	2
5	308	26.46	0.36	7.0	2	3.50	2	1.5
6	7	450.80	1.15	14.0	4	3.50	2	2
6	12	588.00	1.50	14.0	4	3.50	2	2
6	15	254.80	0.65	14.0	4	3.50	2	2
8	9	666.40	1.70	14.0	4	3.50	2	2
8	48	813.40	8.30	7.0	2	3.50	2	2
9	10	313.60	0.80	14.0	4	3.50	2	2
9	222	130.10	1.77	7.0	2	3.50	2	1.5
10	11	117.60	0.30	14.0	4	3.50	2	2
10	173	201.00	1.34	10.0	3	3.33	2	1.5
11	45	231.28	0.59	14.0	4	3.50	2	2
11	46	168.56	0.43	14.0	4	3.50	2	2
12	13	211.68	2.16	7.0	2	3.50	2	2
12	14	666.40	1.70	14.0	4	3.50	2	2
12	16	189.14	1.93	7.0	2	3.50	2	2
14	16	235.20	3.20	7.0	2	3.50	2	1.5
15	16	97.76	1.33	7.0	2	3.50	2	1.5
15	17	705.60	1.80	14.0	4	3.50	2	2
15	308	157.95	1.30	9.0	3	3.00	2	1.5
17	18	705.60	1.80	14.0	4	3.50	2	2

17	314	28.55	0.94	4.5	1	4.50	2	1.5
18	117	220.50	1.00	10.5	3	3.50	2	2
19	20	44.10	0.20	10.5	3	3.50	2	2
19	87	328.30	3.35	7.0	2	3.50	2	2
20	21	11.02	0.05	10.5	3	3.50	2	2
21	22	99.23	0.45	10.5	3	3.50	2	2
21	119	5.88	0.08	7.0	2	3.50	1	1.5
22	23	11.02	0.05	10.5	3	3.50	2	2
23	121	3.92	0.08	7.0	2	3.50	1	1
23	234	66.15	0.30	10.5	3	3.50	2	2
24	25	24.26	0.11	10.5	3	3.50	2	2
24	234	46.31	0.21	10.5	3	3.50	2	2
25	26	24.26	0.11	10.5	3	3.50	2	2
25	123	2.72	0.09	5.5	2	2.75	1	1
26	27	88.20	0.40	10.5	3	3.50	2	2
26	236	0.98	0.08	3.5	2	1.75	2	1
27	28	143.33	0.65	10.5	3	3.50	2	2
27	125	7.68	0.08	8.0	3	2.66	2	1.5
27	237	35.52	0.37	8.0	3	2.66	2	1.5
28	29	37.49	0.17	10.5	3	3.50	2	2
28	238	14.99	0.74	4.5	1	4.50	2	1
29	30	116.87	0.53	10.5	3	3.50	2	2
29	127	9.48	0.07	9.5	3	3.16	1	1.5
30	31	24.26	0.11	10.5	3	3.50	2	2
31	32	68.36	0.31	10.5	3	3.50	2	2
31	129	10.50	0.07	10.0	3	3.33	1	1.5
31	239	48.51	0.66	7.0	2	3.50	2	1.5
32	33	46.31	0.21	10.5	3	3.50	2	2
33	34	70.56	0.32	10.5	3	3.50	2	2
33	131	3.78	0.07	6.0	2	3.00	2	1.5
33	241	3.78	0.07	6.0	2	3.00	2	1.5
34	35	24.26	0.11	10.5	3	3.50	2	2
34	132	8.51	0.14	9.0	3	3.00	1	1.5
35	36	138.92	0.63	10.5	3	3.50	2	2
36	37	72.77	0.33	10.5	3	3.50	2	2
36	244	2.57	0.21	3.5	1	3.50	2	1
37	38	26.46	0.12	10.5	3	3.50	2	2
37	245	19.20	0.20	8.0	3	2.66	2	1.5
38	39	178.61	0.81	10.5	3	3.50	2	2
38	134	4.44	0.07	6.5	2	3.25	2	1.5
39	40	86.24	0.22	14.0	4	3.50	2	2

39	84	176.40	0.45	14.0	4	3.50	2	2
39	252	36.75	0.50	7.0	2	3.50	2	1.5
40	41	313.60	0.80	14.0	4	3.50	2	2
40	170	16.20	0.30	6.0	2	3.00	2	1.5
41	42	86.24	0.22	14.0	4	3.50	2	2
41	171	22.79	0.31	7.0	2	3.50	2	1.5
41	260	148.83	0.90	10.5	3	3.50	1	1.5
42	43	203.84	0.52	14.0	4	3.50	2	2
43	44	180.32	0.46	14.0	4	3.50	2	2
43	172	11.16	0.31	6.0	2	3.00	2	1
44	45	321.44	0.82	14.0	4	3.50	2	2
44	98	100.70	1.37	7.0	2	3.50	2	1.5
44	173	22.79	0.31	7.0	2	3.50	2	1.5
45	98	372.65	1.69	10.5	3	3.50	2	2
46	47	329.28	0.84	14.0	4	3.50	2	2
46	99	145.04	1.48	7.0	2	3.50	2	2
47	48	1607.20	4.10	14.0	4	3.50	2	2
49	50	43.12	0.11	14.0	4	3.50	2	2
49	186	13.97	0.18	7.0	2	3.50	1	1.5
50	51	215.60	0.55	14.0	4	3.50	2	2
50	287	22.05	0.30	7.0	2	3.50	1	1.5
51	52	58.80	0.15	14.0	4	3.50	2	2
51	188	3.03	0.10	5.5	2	2.75	1	1
52	53	223.44	0.57	14.0	4	3.50	2	2
52	289	3.92	0.08	7.0	2	3.50	1	1
53	54	50.96	0.13	14.0	4	3.50	2	2
53	190	9.98	0.33	5.5	2	2.75	1	1
54	57	235.20	0.60	14.0	4	3.50	2	2
54	292	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
55	207	23.76	0.44	6.0	2	3.00	1	1.5
56	192	13.61	0.45	5.5	2	2.75	1	1
57	59	392.00	1.00	14.0	4	3.50	2	2
57	207	24.00	0.25	8.0	3	2.66	2	1.5
58	208	121.84	0.90	9.5	3	3.16	1	1.5
59	60	58.80	0.15	14.0	4	3.50	2	2
59	293	27.00	0.75	6.0	2	3.00	2	1
60	61	254.80	0.65	14.0	4	3.50	2	2
60	303	0.53	0.05	3.3	1	3.25	2	1
61	62	98.00	0.25	14.0	4	3.50	2	2
61	69	17.64	0.18	7.0	2	3.50	2	2
61	228	33.84	0.25	9.5	3	3.16	1	1.5

62	63	143.33	0.65	10.5	3	3.50	2	2
62	305	58.32	0.27	12.0	4	3.00	1	1.5
63	65	136.71	0.62	10.5	3	3.50	2	2
63	306	3.43	0.28	3.5	1	3.50	2	1
63	321	6.13	0.50	3.5	1	3.50	2	1
64	321	10.88	0.68	4.0	1	4.00	2	1
65	66	134.51	0.61	10.5	3	3.50	2	2
65	307	3.43	0.28	3.5	1	3.50	2	1
65	319	7.47	0.61	3.5	1	3.50	2	1
66	308	15.12	0.28	6.0	2	3.00	2	1.5
66	320	44.28	0.82	6.0	2	3.00	2	1.5
68	228	29.78	0.22	9.5	3	3.16	1	1.5
69	62	27.00	0.18	10.0	3	3.33	1	1.5
69	70	72.52	0.74	7.0	2	3.50	2	2
69	78	215.60	0.55	14.0	4	3.50	2	2
70	71	7.84	0.08	7.0	2	3.50	2	2
70	78	21.13	0.50	6.5	2	3.25	2	1
70	266	34.22	0.54	6.5	2	3.25	2	1.5
70	317	1.08	0.12	3.0	1	3.00	2	1
71	72	11.76	0.12	7.0	2	3.50	2	2
71	317	1.44	0.09	4.0	1	4.00	2	1
72	73	44.10	0.45	7.0	2	3.50	2	2
72	318	2.08	0.17	3.5	1	3.50	2	1
73	74	7.84	0.08	7.0	2	3.50	2	2
73	267	12.42	0.23	6.0	2	3.00	2	1.5
73	322	28.08	0.52	6.0	2	3.00	2	1.5
74	75	34.30	0.35	7.0	2	3.50	2	2
74	270	10.94	0.54	4.5	1	4.50	2	1
75	76	37.24	0.38	7.0	2	3.50	2	2
75	271	15.12	0.28	6.0	2	3.00	2	1.5
75	322	7.47	0.61	3.5	1	3.50	2	1
75	323	13.48	1.10	3.5	1	3.50	2	1
76	77	70.56	0.72	7.0	2	3.50	2	2
76	271	13.50	0.25	6.0	2	3.00	2	1.5
76	276	10.94	0.54	4.5	1	4.50	2	1
77	276	29.15	0.46	6.5	2	3.25	2	1.5
77	282	40.43	0.55	7.0	2	3.50	2	1.5
78	79	215.60	0.55	14.0	4	3.50	2	2
78	230	4.23	0.10	6.5	2	3.25	2	1
79	80	215.60	0.55	14.0	4	3.50	2	2
79	231	5.40	0.10	6.0	2	3.00	2	1.5

79	266	27.00	0.50	6.0	2	3.00	2	1.5
80	81	215.60	0.55	14.0	4	3.50	2	2
80	268	27.00	0.50	6.0	2	3.00	2	1.5
81	83	215.60	0.55	14.0	4	3.50	2	2
81	272	31.69	0.50	6.5	2	3.25	2	1.5
82	216	45.57	0.62	7.0	2	3.50	2	1.5
83	84	254.80	0.65	14.0	4	3.50	2	2
83	201	7.61	0.12	6.5	2	3.25	2	1.5
83	216	61.50	0.41	10.0	3	3.33	2	1.5
84	168	75.00	0.50	10.0	3	3.33	2	1.5
84	170	79.50	0.53	10.0	3	3.33	2	1.5
85	151	44.84	0.61	7.0	2	3.50	1	1.5
87	88	112.70	1.15	7.0	2	3.50	2	2
87	238	21.47	1.06	4.5	1	4.50	2	1
88	89	392.00	4.00	7.0	2	3.50	2	2
88	101	71.30	0.97	7.0	2	3.50	2	1.5
89	90	347.90	3.55	7.0	2	3.50	2	2
89	92	363.83	1.65	10.5	3	3.50	2	2
90	91	132.30	1.35	7.0	2	3.50	2	2
90	108	107.80	1.10	7.0	2	3.50	2	2
91	100	74.48	0.76	7.0	2	3.50	2	2
92	93	116.87	0.53	10.5	3	3.50	2	2
92	106	160.97	0.73	10.5	3	3.50	2	2
92	108	126.42	1.29	7.0	2	3.50	2	2
93	94	46.31	0.21	10.5	3	3.50	2	2
94	96	171.99	0.78	10.5	3	3.50	2	2
94	265	59.40	1.10	6.0	2	3.00	2	1.5
95	113	73.50	0.49	10.0	3	3.33	1	1.5
96	97	149.94	0.68	10.5	3	3.50	2	2
96	114	107.80	1.10	7.0	2	3.50	2	2
97	98	33.08	0.15	10.5	3	3.50	2	2
97	99	121.60	1.90	8.0	2	4.00	2	1
97	264	138.00	0.92	10.0	3	3.33	1	1.5
99	100	189.14	1.93	7.0	2	3.50	2	2
100	114	170.52	1.74	7.0	2	3.50	2	2
101	102	441.00	2.00	10.5	3	3.50	2	2
101	239	13.23	0.18	7.0	2	3.50	2	1.5
102	103	114.66	0.52	10.5	3	3.50	2	2
102	240	2.94	0.24	3.5	1	3.50	2	1
102	249	5.51	0.45	3.5	1	3.50	2	1
103	104	28.67	0.13	10.5	3	3.50	2	2



103	248	36.48	0.40	8.0	3	2.66	2	1.5
104	105	114.66	0.52	10.5	3	3.50	2	2
104	250	3.13	0.50	2.5	1	2.50	2	1
105	106	101.43	0.46	10.5	3	3.50	2	2
105	251	6.13	0.50	3.5	1	3.50	2	1
106	255	42.63	0.58	7.0	2	3.50	2	1.5
107	259	7.84	0.64	3.5	1	3.50	2	1
108	265	34.56	0.64	6.0	2	3.00	2	1.5
109	110	137.20	0.35	14.0	4	3.50	1	2
109	254	30.87	0.42	7.0	2	3.50	2	1.5
109	255	30.87	0.42	7.0	2	3.50	2	1.5
110	111	160.72	0.41	14.0	4	3.50	1	2
110	257	4.96	0.31	4.0	1	4.00	2	1
111	112	117.60	0.30	14.0	4	3.50	1	2
111	258	4.41	0.36	3.5	1	3.50	2	1
111	259	6.37	0.52	3.5	1	3.50	2	1
112	113	82.32	0.21	14.0	4	3.50	1	2
112	262	64.50	0.39	10.5	3	3.50	1	1.5
113	96	180.32	0.46	14.0	4	3.50	1	2
113	264	73.50	0.49	10.0	3	3.33	1	1.5
114	265	44.82	0.83	6.0	2	3.00	2	1.5
115	49	24.26	0.33	7.0	2	3.50	1	1.5
116	115	509.36	2.31	10.5	3	3.50	2	2
116	117	220.50	1.00	10.5	3	3.50	2	2
116	302	7.20	0.20	6.0	2	3.00	2	1
117	310	14.70	0.20	7.0	2	3.50	2	1.5
118	20	7.35	0.10	7.0	2	3.50	1	1.5
118	119	2.02	0.11	3.5	1	3.50	1	1.5
119	120	8.82	0.48	3.5	1	3.50	1	1.5
119	136	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
120	22	2.42	0.08	5.5	2	2.75	1	1
120	121	1.10	0.06	3.5	1	3.50	1	1.5
121	122	9.74	0.53	3.5	1	3.50	1	1.5
121	138	5.39	0.11	7.0	2	3.50	1	1
122	24	2.72	0.09	5.5	2	2.75	1	1
122	123	2.02	0.11	3.5	1	3.50	1	1.5
123	124	2.02	0.11	3.5	1	3.50	1	1.5
123	140	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
124	26	2.72	0.09	5.5	2	2.75	1	1
124	125	7.53	0.41	3.5	1	3.50	1	1.5
125	126	35.10	0.65	6.0	2	3.00	1	1.5

125	142	10.56	0.11	8.0	3	2.66	2	1.5
126	28	9.48	0.07	9.5	3	3.16	1	1.5
126	127	9.18	0.17	6.0	2	3.00	1	1.5
127	128	28.62	0.53	6.0	2	3.00	1	1.5
127	144	16.25	0.12	9.5	3	3.16	1	1.5
128	30	9.48	0.07	9.5	3	3.16	1	1.5
128	129	5.94	0.11	6.0	2	3.00	1	1.5
129	130	17.28	0.32	6.0	2	3.00	1	1.5
129	146	18.00	0.12	10.0	3	3.33	1	1.5
130	32	2.12	0.07	5.5	2	2.75	1	1
130	131	11.34	0.21	6.0	2	3.00	1	1.5
131	132	17.28	0.32	6.0	2	3.00	1	1.5
131	148	6.48	0.12	6.0	2	3.00	2	1.5
132	133	5.94	0.11	6.0	2	3.00	1	1.5
132	149	14.58	0.12	9.0	3	3.00	1	1.5
133	35	8.51	0.07	9.0	3	3.00	1	1.5
133	134	57.78	1.07	6.0	2	3.00	1	1.5
134	86	38.88	0.72	6.0	2	3.00	1	1.5
134	151	6.97	0.11	6.5	2	3.25	2	1.5
135	118	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
136	135	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
136	153	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
137	120	3.03	0.10	5.5	2	2.75	1	1
137	136	36.02	0.49	7.0	2	3.50	1	1.5
138	137	5.15	0.07	7.0	2	3.50	1	1.5
138	155	5.39	0.11	7.0	2	3.50	1	1
139	122	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
139	138	40.43	0.55	7.0	2	3.50	1	1.5
140	139	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
140	157	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
141	124	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
141	140	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
142	141	30.87	0.42	7.0	2	3.50	1	1.5
142	159	10.56	0.11	8.0	3	2.66	2	1.5
143	126	16.25	0.12	9.5	3	3.16	1	1.5
143	142	47.04	0.64	7.0	2	3.50	1	1.5
144	143	11.76	0.16	7.0	2	3.50	1	1.5
144	161	14.89	0.11	9.5	3	3.16	1	1.5
145	128	16.25	0.12	9.5	3	3.16	1	1.5
145	144	38.96	0.53	7.0	2	3.50	1	1.5
146	145	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5

146	163	16.50	0.11	10.0	3	3.33	1	1.5
147	130	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
147	146	23.52	0.32	7.0	2	3.50	1	1.5
148	147	15.44	0.21	7.0	2	3.50	1	1.5
148	165	5.94	0.11	6.0	2	3.00	2	1.5
149	148	24.26	0.33	7.0	2	3.50	1	1.5
149	166	13.37	0.11	9.0	3	3.00	1	1.5
150	133	14.58	0.12	9.0	3	3.00	1	1.5
150	149	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
151	150	78.65	1.07	7.0	2	3.50	1	1.5
151	168	6.97	0.11	6.5	2	3.25	2	1.5
152	135	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
152	153	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
153	154	36.75	0.50	7.0	2	3.50	1	1.5
153	175	15.44	0.21	7.0	2	3.50	1	1.5
154	137	3.03	0.10	5.5	2	2.75	1	1
154	155	5.88	0.08	7.0	2	3.50	1	1.5
155	156	38.96	0.53	7.0	2	3.50	1	1.5
155	177	10.29	0.21	7.0	2	3.50	1	1
156	139	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
156	157	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
157	158	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
157	179	6.35	0.21	5.5	2	2.75	1	1
158	141	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
158	159	30.14	0.41	7.0	2	3.50	1	1.5
159	160	47.78	0.65	7.0	2	3.50	1	1.5
159	181	21.12	0.22	8.0	3	2.66	2	1.5
160	143	14.89	0.11	9.5	3	3.16	1	1.5
160	161	12.50	0.17	7.0	2	3.50	1	1.5
161	162	38.96	0.53	7.0	2	3.50	1	1.5
161	183	28.43	0.21	9.5	3	3.16	1	1.5
162	145	14.89	0.11	9.5	3	3.16	1	1.5
162	163	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
163	164	46.50	0.31	10.0	3	3.33	2	1.5
163	185	33.00	0.22	10.0	3	3.33	1	1.5
164	147	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
164	165	33.00	0.22	10.0	3	3.33	2	1.5
165	166	48.00	0.32	10.0	3	3.33	2	1.5
166	167	16.50	0.11	10.0	3	3.33	2	1.5
166	199	38.88	0.32	9.0	3	3.00	1	1.5
167	150	13.37	0.11	9.0	3	3.00	1	1.5

167	168	165.00	1.10	10.0	3	3.33	2	1.5
168	201	20.28	0.32	6.5	2	3.25	2	1.5
169	201	4.41	0.49	3.0	1	3.00	2	1
170	171	120.00	0.80	10.0	3	3.33	2	1.5
170	202	18.36	0.34	6.0	2	3.00	2	1.5
171	172	112.50	0.75	10.0	3	3.33	2	1.5
171	204	24.26	0.33	7.0	2	3.50	2	1.5
172	173	67.50	0.45	10.0	3	3.33	2	1.5
172	205	11.88	0.33	6.0	2	3.00	2	1
173	206	23.52	0.32	7.0	2	3.50	2	1.5
174	152	15.44	0.21	7.0	2	3.50	1	1.5
175	174	4.65	0.11	6.5	2	3.25	1	1
175	187	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
176	154	6.35	0.21	5.5	2	2.75	1	1
176	175	21.97	0.52	6.5	2	3.25	1	1
177	176	4.65	0.11	6.5	2	3.25	1	1
177	189	5.39	0.11	7.0	2	3.50	1	1
178	156	6.35	0.21	5.5	2	2.75	1	1
178	177	22.39	0.53	6.5	2	3.25	1	1
179	178	4.65	0.11	6.5	2	3.25	1	1
179	191	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
180	158	6.35	0.21	5.5	2	2.75	1	1
181	180	16.90	0.40	6.5	2	3.25	1	1
181	193	10.56	0.11	8.0	3	2.66	2	1.5
182	160	29.78	0.22	9.5	3	3.16	1	1.5
183	182	4.25	0.17	5.0	2	2.50	1	1
183	195	14.89	0.11	9.5	3	3.16	1	1.5
184	162	29.78	0.21	9.5	3	3.16	1	1.5
184	183	13.25	0.53	5.0	2	2.50	1	1
185	184	2.75	0.11	5.0	2	2.50	1	1
185	197	16.50	0.11	10.0	3	3.33	1	1.5
186	174	8.09	0.11	7.0	2	3.50	1	1.5
186	187	4.65	0.11	6.5	2	3.25	1	1
187	50	11.76	0.16	7.0	2	3.50	1	1.5
187	188	22.82	0.54	6.5	2	3.25	1	1
188	176	3.03	0.10	5.5	2	2.75	1	1
188	189	5.49	0.13	6.5	2	3.25	1	1
189	52	6.37	0.13	7.0	2	3.50	1	1
189	190	22.39	0.53	6.5	2	3.25	1	1
190	178	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
190	191	4.65	0.11	6.5	2	3.25	1	1

191	54	11.80	0.39	5.5	2	2.75	1	1
191	192	4.65	0.11	6.5	2	3.25	1	1
192	180	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
192	193	16.90	0.40	6.5	2	3.25	1	1
193	194	27.46	0.65	6.5	2	3.25	1	1
193	207	41.28	0.43	8.0	3	2.66	2	1.5
194	182	14.89	0.11	9.5	3	3.16	1	1.5
194	195	7.18	0.17	6.5	2	3.25	1	1
195	196	22.39	0.53	6.5	2	3.25	1	1
195	209	58.21	0.43	9.5	3	3.16	1	1.5
196	184	14.89	0.11	9.5	3	3.16	1	1.5
196	197	4.65	0.11	6.5	2	3.25	1	1
197	211	63.00	0.42	10.0	3	3.33	1	1.5
198	164	9.68	0.32	5.5	2	2.75	1	1
198	199	16.64	0.55	5.5	2	2.75	1	1
199	200	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
199	213	52.25	0.43	9.0	3	3.00	1	1.5
200	167	40.10	0.33	9.0	3	3.00	1	1.5
200	201	32.07	1.06	5.5	2	2.75	1	1
201	215	5.76	0.64	3.0	1	3.00	2	1
202	203	18.72	0.52	6.0	2	3.00	2	1
202	217	23.76	0.44	6.0	2	3.00	2	1.5
203	204	10.80	0.30	6.0	2	3.00	2	1
203	286	18.38	0.29	6.5	2	3.25	2	1.5
204	205	26.64	0.74	6.0	2	3.00	2	1
204	286	19.11	0.26	7.0	2	3.50	2	1.5
205	206	16.20	0.45	6.0	2	3.00	2	1
205	221	19.08	0.53	6.0	2	3.00	2	1
206	222	45.57	0.62	7.0	2	3.50	2	1.5
207	208	34.56	0.64	6.0	2	3.00	1	1.5
208	194	56.86	0.42	9.5	3	3.16	1	1.5
208	209	9.18	0.17	6.0	2	3.00	1	1.5
209	210	28.62	0.53	6.0	2	3.00	1	1.5
209	223	131.31	0.97	9.5	3	3.16	1	1.5
210	196	58.21	0.43	9.5	3	3.16	1	1.5
210	211	5.94	0.11	6.0	2	3.00	1	1.5
211	212	17.28	0.32	6.0	2	3.00	1	1.5
211	225	142.50	0.95	10.0	3	3.33	1	1.5
212	198	12.71	0.42	5.5	2	2.75	1	1
212	213	29.16	0.54	6.0	2	3.00	1	1.5
213	214	5.94	0.11	6.0	2	3.00	1	1.5

213	232	74.12	0.61	9.0	3	3.00	1	1.5
214	200	51.03	0.42	9.0	3	3.00	1	1.5
214	215	31.32	0.58	6.0	2	3.00	1	1.5
215	233	7.02	0.78	3.0	1	3.00	2	1
216	217	58.80	0.80	7.0	2	3.50	2	1.5
216	277	12.00	0.08	10.0	3	3.33	2	1.5
217	218	30.14	0.41	7.0	2	3.50	2	1.5
217	283	27.54	0.51	6.0	2	3.00	2	1.5
218	219	24.26	0.33	7.0	2	3.50	2	1.5
218	286	22.05	0.30	7.0	2	3.50	2	1.5
219	220	5.15	0.07	7.0	2	3.50	2	1.5
219	283	20.16	0.56	6.0	2	3.00	2	1
220	221	30.14	0.41	7.0	2	3.50	2	1.5
220	285	28.52	0.45	6.5	2	3.25	2	1.5
220	286	16.48	0.26	6.5	2	3.25	2	1.5
221	222	19.11	0.26	7.0	2	3.50	2	1.5
223	59	3.63	0.12	5.5	2	2.75	1	1
223	60	16.25	0.12	9.5	3	3.16	1	1.5
224	210	128.61	0.95	9.5	3	3.16	1	1.5
224	223	16.03	0.53	5.5	2	2.75	1	1
225	224	3.33	0.11	5.5	2	2.75	1	1
225	229	48.00	0.32	10.0	3	3.33	1	1.5
226	212	28.74	0.95	5.5	2	2.75	1	1
226	225	9.68	0.32	5.5	2	2.75	1	1
227	226	4.84	0.16	5.5	2	2.75	1	1
227	230	1.44	0.16	3.0	1	3.00	2	1
227	231	3.42	0.38	3.0	1	3.00	2	1
228	224	43.32	0.32	9.5	3	3.16	1	1.5
229	69	33.00	0.22	10.0	3	3.33	1	1.5
229	228	1.98	0.11	3.0	1	3.00	2	1
229	230	3.78	0.42	3.0	1	3.00	2	1
230	226	3.93	0.13	5.5	2	2.75	1	1
231	233	5.04	0.28	3.0	1	3.00	2	1
232	231	2.52	0.14	3.0	1	3.00	2	1
233	214	63.18	0.52	9.0	3	3.00	1	1.5
233	232	2.52	0.14	3.0	1	3.00	2	1
234	235	6.30	0.70	3.0	1	3.00	2	1
235	236	5.76	0.47	3.5	2	1.75	2	1
235	237	41.28	0.43	8.0	3	2.66	2	1.5
236	237	8.00	0.50	4.0	1	4.00	2	1
237	238	9.12	0.57	4.0	1	4.00	2	1

239	240	30.72	1.92	4.0	1	4.00	2	1
240	242	9.92	0.81	3.5	1	3.50	2	1
240	248	6.08	0.38	4.0	1	4.00	2	1
241	242	77.76	1.44	6.0	2	3.00	2	1.5
241	243	7.09	0.35	4.5	1	4.50	2	1
242	243	21.26	1.05	4.5	1	4.50	2	1
242	244	8.33	0.68	3.5	1	3.50	2	1
242	247	22.14	0.41	6.0	2	3.00	2	1.5
243	244	9.07	0.74	3.5	1	3.50	2	1
244	245	3.92	0.32	3.5	1	3.50	2	1
245	246	12.48	0.13	8.0	3	2.66	2	1.5
246	247	78.72	0.82	8.0	3	2.66	2	1.5
246	252	12.25	1.00	3.5	1	3.50	2	1
247	248	57.60	0.60	8.0	3	2.66	2	1.5
249	250	11.04	0.69	4.0	1	4.00	2	1
250	251	8.32	0.52	4.0	1	4.00	2	1
252	253	13.23	0.18	7.0	2	3.50	2	1.5
253	254	45.57	0.62	7.0	2	3.50	2	1.5
253	256	12.35	0.61	4.5	1	4.50	2	1
255	259	9.31	0.76	3.5	1	3.50	2	1
256	257	9.60	0.60	4.0	1	4.00	2	1
256	260	8.30	0.41	4.5	1	4.50	2	1
257	254	67.50	0.45	10.0	3	3.33	1	1.5
258	257	60.00	0.40	10.0	3	3.33	1	1.5
259	262	10.78	0.44	3.5	1	3.50	2	1
260	261	94.26	0.57	10.5	3	3.50	1	1.5
260	263	4.46	0.22	4.5	1	4.50	2	1
261	112	79.38	0.48	10.5	3	3.50	1	1.5
261	258	27.00	0.18	10.0	3	3.33	1	1.5
262	93	52.92	0.32	10.5	3	3.50	1	1.5
263	42	135.00	0.90	10.0	3	3.33	1	1.5
264	261	33.00	0.22	10.0	3	3.33	1	1.5
264	263	85.50	0.57	10.0	3	3.33	1	1.5
266	267	13.50	0.25	6.0	2	3.00	2	1.5
266	268	34.22	0.54	6.5	2	3.25	2	1.5
267	269	22.82	0.54	6.5	2	3.25	2	1
268	269	12.96	0.24	6.0	2	3.00	2	1.5
268	272	34.22	0.54	6.5	2	3.25	2	1.5
269	270	12.96	0.24	6.0	2	3.00	2	1.5
269	273	22.82	0.54	6.5	2	3.25	2	1
270	271	12.96	0.24	6.0	2	3.00	2	1.5

270	274	10.94	0.54	4.5	1	4.50	2	1
271	275	29.16	0.54	6.0	2	3.00	2	1.5
272	273	15.21	0.24	6.5	2	3.25	2	1.5
272	277	34.22	0.54	6.5	2	3.25	2	1.5
273	274	15.21	0.24	6.5	2	3.25	2	1.5
273	278	22.82	0.54	6.5	2	3.25	2	1
274	275	15.21	0.24	6.5	2	3.25	2	1.5
274	279	10.94	0.54	4.5	1	4.50	2	1
275	276	15.21	0.24	6.5	2	3.25	2	1.5
275	280	29.16	0.54	6.0	2	3.00	2	1.5
276	281	10.94	0.54	4.5	1	4.50	2	1
277	278	36.00	0.24	10.0	3	3.33	2	1.5
278	279	36.00	0.24	10.0	3	3.33	2	1.5
279	280	36.00	0.24	10.0	3	3.33	2	1.5
280	281	36.00	0.24	10.0	3	3.33	2	1.5
281	282	69.00	0.46	10.0	3	3.33	2	1.5
281	283	21.96	0.61	6.0	2	3.00	2	1
282	284	44.84	0.61	7.0	2	3.50	2	1.5
283	284	24.84	0.46	6.0	2	3.00	2	1.5
284	285	44.84	0.61	7.0	2	3.50	2	1.5
287	288	44.84	0.61	7.0	2	3.50	2	1.5
288	51	4.24	0.14	5.5	2	2.75	1	1
288	289	11.03	0.15	7.0	2	3.50	2	1.5
289	290	8.82	0.12	7.0	2	3.50	2	1.5
290	291	34.55	0.47	7.0	2	3.50	2	1.5
290	302	22.05	1.80	3.5	1	3.50	2	1
291	53	2.72	0.09	5.5	2	2.75	1	1
291	292	11.03	0.15	7.0	2	3.50	2	1.5
292	293	108.05	1.47	7.0	2	3.50	2	1.5
293	294	13.97	0.19	7.0	2	3.50	2	1.5
293	302	9.00	0.25	6.0	2	3.00	2	1
294	295	62.48	0.85	7.0	2	3.50	2	1.5
294	303	8.45	0.80	3.3	1	3.25	2	1
295	296	18.38	0.25	7.0	2	3.50	2	1.5
295	304	47.53	0.75	6.5	2	3.25	1	1.5
295	311	11.76	0.16	7.0	2	3.50	2	1.5
296	297	24.26	0.33	7.0	2	3.50	2	1.5
297	298	33.81	0.46	7.0	2	3.50	2	1.5
297	312	6.13	0.50	3.5	1	3.50	2	1
298	299	35.28	0.48	7.0	2	3.50	2	1.5
298	306	4.66	0.38	3.5	1	3.50	2	1



298	315	1.96	0.16	3.5	1	3.50	2	1
299	300	13.97	0.19	7.0	2	3.50	2	1.5
299	316	6.13	0.50	3.5	1	3.50	2	1
300	301	49.25	0.67	7.0	2	3.50	2	1.5
300	307	1.96	0.16	3.5	1	3.50	2	1
301	307	10.24	0.64	4.0	1	4.00	2	1
301	308	24.99	0.17	7.0	2	3.50	2	1.5
303	304	10.72	0.67	4.0	1	4.00	2	1
304	61	15.84	0.25	6.5	2	3.25	1	1.5
304	305	4.00	0.25	4.0	1	4.00	2	1
305	296	92.88	0.43	12.0	4	3.00	1	1.5
305	306	10.24	0.64	4.0	1	4.00	2	1
306	307	10.24	0.64	4.0	1	4.00	2	1
309	310	17.64	0.24	7.0	2	3.50	2	1.5
309	311	14.70	0.20	7.0	2	3.50	2	1.5
309	312	7.35	0.60	3.5	1	3.50	2	1
310	314	15.68	1.28	3.5	1	3.50	2	1
311	312	14.58	0.48	4.5	1	4.50	2	1.5
312	313	6.38	0.21	4.5	1	4.50	2	1.5
313	314	10.94	0.36	4.5	1	4.50	2	1.5
313	315	6.13	0.50	3.5	1	3.50	2	1
314	316	5.88	0.48	3.5	1	3.50	2	1
315	316	6.08	0.38	4.0	1	4.00	2	1
317	318	0.90	0.10	3.0	1	3.00	2	1
317	321	2.24	0.14	4.0	1	4.00	2	1
318	319	5.58	0.62	3.0	1	3.00	2	1
318	321	1.23	0.10	3.5	1	3.50	2	1
319	320	0.54	0.06	3.0	1	3.00	2	1
319	322	0.86	0.07	3.5	1	3.50	2	1
320	322	5.40	0.10	6.0	2	3.00	2	1.5

## 8.2 ANEXO II – CENTRALIDAD DE INTERMEDIACIÓN DE LAS DIFERENTES PROPUESTAS

Nodo	Coordenadas X	Coordenadas Y	Intermediación Sin Ciclovías	Intermediación Propuesta Ayuntamiento	Intermediación Propuesta TFM
1	661,561.56	2,829,774.84	36,773	37,747	16,717
2	662,671.85	2,835,899.28	6,925	39,649	2,626
3	661,647.88	2,826,445.16	5,532	11,862	9,045
4	661,194.32	2,827,724.41	6,118	44,055	20,582
5	659,025.05	2,829,464.13	23,301	17,380	3,726
6	659,707.18	2,830,752.67	18,225	17,672	4,157
7	660,744.90	2,830,229.82	29,001	0	0
8	662,810.80	2,827,752.85	35,284	40,074	15,300
9	663,649.79	2,826,294.99	12,303	9,388	268
10	663,696.57	2,825,489.36	9,971	6,283	0
11	663,774.48	2,825,200.72	9,720	1,190	0
12	660,366.68	2,832,049.90	3,591	15,386	13,366
13	662,512.81	2,832,149.45	4,411	37,223	16,082
14	660,722.18	2,833,660.14	3,387	31,848	251
15	659,124.19	2,830,525.63	14,839	18,496	8,380
16	658,576.58	2,831,634.45	0	15,970	8,847
17	657,409.98	2,830,027.11	10,842	14,963	5,660
18	655,654.72	2,829,580.71	7,938	12,147	2,921
19	653,986.76	2,825,047.30	4,221	4,228	2,678
20	654,187.13	2,825,047.70	3,676	3,645	2,064
21	654,228.53	2,825,060.12	2,045	871	838
22	654,678.66	2,825,175.74	1,840	848	344
23	654,720.87	2,825,177.12	2,729	2,110	774
24	655,250.38	2,825,179.51	3,464	255	587
25	655,355.37	2,825,179.72	3,484	2	318
26	655,462.19	2,825,179.62	3,292	380	996
27	655,869.84	2,825,183.64	5,102	10,212	3,744
28	656,509.27	2,825,185.85	6,165	2,760	1,629
29	656,675.38	2,825,186.64	1,984	2,608	591
30	657,204.44	2,825,187.98	2,007	3,336	330
31	657,313.28	2,825,187.95	3,970	4,872	2,907
32	657,630.14	2,825,192.27	1,806	71	12
33	657,842.06	2,825,193.21	1,840	721	678
34	658,165.89	2,825,195.31	2,335	91	7
35	658,271.71	2,825,195.78	3,101	427	305
36	658,905.85	2,825,198.22	3,503	884	929

37	659,225.42	2,825,198.05	4,505	1,440	1,559
38	659,341.38	2,825,199.17	5,207	529	0
39	660,154.13	2,825,197.49	15,786	6,735	631
40	660,371.88	2,825,184.17	10,446	528	0
41	661,160.37	2,825,185.43	11,144	10,963	14,576
42	661,377.82	2,825,186.78	9,615	1,439	318
43	661,900.92	2,825,189.62	8,559	377	330
44	662,364.35	2,825,191.38	8,824	767	13,147
45	663,186.64	2,825,195.40	9,594	865	310
46	664,194.00	2,825,202.58	30,379	32,666	14,945
47	665,030.58	2,825,200.74	25,116	32,578	14,810
48	669,128.00	2,825,220.90	25,370	32,734	14,838
49	653,924.32	2,825,797.37	4,765	3,237	1,556
50	654,034.88	2,825,798.49	4,107	3,828	2,165
51	654,582.71	2,825,860.29	4,441	3,400	5,553
52	654,715.53	2,825,909.99	6,469	4,798	9,615
53	655,245.01	2,826,113.95	9,063	6,330	9,967
54	655,350.46	2,826,176.32	10,337	7,683	11,405
55	655,414.30	2,826,215.24	0	0	0
56	655,455.49	2,826,235.96	0	0	0
57	655,862.20	2,826,461.02	18,100	16,969	26,819
58	656,500.01	2,827,124.37	0	0	0
59	656,552.46	2,827,174.01	19,563	15,764	25,180
60	656,663.91	2,827,281.86	22,970	17,457	22,105
61	657,124.19	2,827,712.02	27,356	19,455	21,706
62	657,300.04	2,827,883.38	26,038	17,494	26,461
63	657,771.25	2,828,320.71	21,300	14,911	6,201
64	658,106.45	2,828,631.10	636	638	638
65	658,225.26	2,828,742.83	22,639	16,607	6,037
66	658,672.10	2,829,154.98	23,468	17,078	4,044
67	658,801.56	2,829,261.62	0	0	0
68	657,194.74	2,827,707.86	0	0	0
69	657,300.96	2,827,711.51	12,975	9,627	39,307
70	658,038.63	2,827,726.61	1,395	1,905	1,577
71	658,114.05	2,827,727.82	3	955	0
72	658,234.02	2,827,727.58	27	957	4
73	658,687.69	2,827,729.64	808	2,049	1,257
74	658,757.77	2,827,730.84	92	2,519	12
75	659,111.54	2,827,732.30	1,352	4,134	679
76	659,486.47	2,827,733.50	1,907	4,602	28
77	660,195.28	2,827,721.95	3,101	5,751	650

78	657,708.87	2,827,354.97	10,468	9,171	35,755
79	658,116.72	2,826,994.93	12,450	10,189	35,388
80	658,523.26	2,826,637.34	13,437	10,697	42,272
81	658,928.94	2,826,280.16	15,553	11,361	35,063
82	658,986.01	2,826,231.02	0	0	0
83	659,341.11	2,825,922.80	18,292	15,332	35,055
84	659,834.51	2,825,486.08	26,624	26,047	39,949
85	659,951.19	2,825,382.83	2,441	1,711	1,898
86	660,074.42	2,825,275.01	0	0	0
87	655,956.66	2,823,457.90	9,642	5,350	7,919
88	656,877.65	2,823,470.39	17,483	20,840	12,666
89	659,746.21	2,820,881.48	21,287	24,849	12,431
90	662,857.92	2,820,910.48	20,010	18,548	13,125
91	664,209.15	2,821,059.09	20,088	18,362	12,658
92	660,806.89	2,822,130.53	6,417	11,500	7,287
93	661,172.17	2,822,521.70	1,801	4,514	7,586
94	661,315.02	2,822,672.81	1,134	1,514	8,523
95	661,386.79	2,822,751.96	210	0	0
96	661,844.64	2,823,239.39	3,779	12,091	24,810
97	662,302.70	2,823,727.72	5,183	6,638	14,844
98	662,392.01	2,823,824.64	0	1,440	12,193
99	664,200.20	2,823,729.10	26,265	32,371	14,921
100	664,209.51	2,821,809.32	21,287	28,389	20,771
101	657,160.86	2,824,375.65	8,081	15,603	6,267
102	658,781.26	2,823,330.13	4,749	9,221	4,857
103	659,234.69	2,823,080.34	2,994	7,481	7,604
104	659,346.16	2,823,012.87	36	0	5,587
105	659,785.43	2,822,747.90	1,267	1,236	6,315
106	660,181.39	2,822,511.54	4,175	6,929	7,127
107	660,599.75	2,822,256.87	0	0	0
108	661,917.15	2,821,486.75	116	0	869
109	660,177.66	2,823,507.16	1,859	5,822	3,692
110	660,528.41	2,823,523.20	1,486	1,839	2,252
111	660,899.76	2,823,366.63	1,484	1,837	2,250
112	661,166.27	2,823,241.24	3,956	13,327	12,540
113	661,383.85	2,823,237.57	3,323	10,164	12,083
114	662,750.25	2,822,700.81	379	9,600	15,259
115	653,844.69	2,826,115.83	4,176	2,914	15
116	655,462.84	2,827,637.51	5,495	6,418	1,369
117	655,790.53	2,828,560.01	7,483	11,871	2,477
118	654,109.10	2,825,110.14	1,831	2,780	318

119	654,209.68	2,825,135.75	664	363	6
120	654,668.52	2,825,249.27	2	80	0
121	654,718.15	2,825,255.89	828	982	0
122	655,249.66	2,825,261.97	282	958	1
123	655,355.44	2,825,261.69	7	959	0
124	655,460.90	2,825,261.54	499	1,379	3
125	655,868.75	2,825,265.27	1,693	9,459	3,289
126	656,510.36	2,825,251.73	1,595	1,301	677
127	656,675.80	2,825,252.03	519	1,281	0
128	657,203.34	2,825,255.72	527	1,299	0
129	657,314.04	2,825,256.07	1,059	1,305	2,251
130	657,629.67	2,825,258.16	228	906	0
131	657,842.17	2,825,260.53	332	1,504	1,486
132	658,165.90	2,825,261.71	655	258	0
133	658,271.54	2,825,262.16	956	823	640
134	659,340.73	2,825,268.87	327	323	334
135	654,080.88	2,825,210.17	1,833	2,782	320
136	654,182.66	2,825,238.24	1,206	3,223	1,959
137	654,652.85	2,825,352.90	548	2,944	1,957
138	654,718.39	2,825,362.23	889	4,230	3,781
139	655,248.93	2,825,365.23	347	4,210	3,786
140	655,354.59	2,825,366.17	862	4,789	5,953
141	655,459.66	2,825,366.77	1,358	5,213	5,960
142	655,867.44	2,825,368.89	1,955	11,834	9,533
143	656,509.61	2,825,370.67	1,814	3,139	1,142
144	656,675.27	2,825,370.95	877	2,390	877
145	657,204.68	2,825,371.76	889	2,412	881
146	657,312.34	2,825,374.01	984	1,954	5,194
147	657,629.62	2,825,377.03	157	1,559	2,947
148	657,839.81	2,825,377.82	522	3,375	4,109
149	658,165.35	2,825,380.35	1,565	1,398	685
150	658,270.90	2,825,379.73	1,870	1,967	1,329
151	659,339.47	2,825,378.72	2,455	1,785	2,227
152	654,052.44	2,825,314.87	2,040	337	318
153	654,155.14	2,825,342.85	1,409	774	1,953
154	654,638.49	2,825,455.56	421	64	2,244
155	654,718.60	2,825,467.06	758	1,346	4,064
156	655,248.09	2,825,471.42	783	683	2,943
157	655,355.13	2,825,472.07	1,294	1,258	5,106
158	655,457.78	2,825,472.33	1,562	1,541	4,698
159	655,866.25	2,825,473.28	2,337	8,622	16,917

160	656,508.86	2,825,474.94	2,617	1,150	8,737
161	656,675.47	2,825,476.02	1,676	397	8,468
162	657,205.03	2,825,477.84	1,332	1,511	8,071
163	657,311.42	2,825,477.94	2,592	3,333	20,615
164	657,625.18	2,825,479.03	2,735	4,348	9,582
165	657,839.88	2,825,479.27	3,501	8,176	10,460
166	658,164.88	2,825,480.04	6,447	11,262	9,299
167	658,270.72	2,825,479.68	8,839	13,267	8,991
168	659,338.41	2,825,482.87	11,215	14,810	6,304
169	659,691.73	2,825,486.09	0	0	0
170	660,362.37	2,825,487.60	8,851	15,144	36,053
171	661,161.49	2,825,492.57	9,332	15,871	37,612
172	661,900.27	2,825,495.02	9,093	6,119	19,685
173	662,354.63	2,825,494.95	9,376	6,440	19,508
174	654,000.13	2,825,517.69	2,042	339	320
175	654,101.53	2,825,545.32	1,042	738	31
176	654,610.61	2,825,664.05	58	32	326
177	654,717.63	2,825,678.30	1,029	686	1,117
178	655,246.82	2,825,683.21	1,058	27	0
179	655,352.40	2,825,683.84	29	18	412
180	655,457.88	2,825,684.15	301	305	8
181	655,865.29	2,825,685.80	2,616	8,125	11,345
182	656,507.84	2,825,687.88	1,950	395	175
183	656,675.32	2,825,687.55	1,714	85	393
184	657,204.79	2,825,692.66	1,374	1,203	0
185	657,310.11	2,825,692.45	1,268	1,838	18,841
186	653,974.19	2,825,620.33	3,210	1,366	925
187	654,074.81	2,825,646.63	2,206	1,761	632
188	654,595.77	2,825,767.87	492	255	2,892
189	654,716.23	2,825,783.92	1,459	905	3,679
190	655,246.51	2,825,788.70	1,957	946	863
191	655,352.13	2,825,789.27	924	933	1,271
192	655,456.70	2,825,789.35	319	319	644
193	655,864.67	2,825,789.63	3,677	9,244	13,427
194	656,507.17	2,825,793.76	2,456	669	1,238
195	656,675.17	2,825,794.67	2,216	355	1,452
196	657,204.36	2,825,797.95	1,547	1,215	972
197	657,310.04	2,825,798.53	1,437	1,846	19,809
198	657,620.15	2,825,800.69	28	312	0
199	658,163.17	2,825,804.00	1,262	1,258	6
200	658,268.82	2,825,805.13	1,868	1,574	2,506

201	659,335.72	2,825,805.69	804	936	318
202	660,349.91	2,825,822.78	622	632	0
203	660,856.70	2,825,821.47	4	0	0
204	661,158.02	2,825,820.36	711	4	3,910
205	661,900.08	2,825,818.22	6	0	0
206	662,350.97	2,825,817.26	420	137	6,050
207	655,862.72	2,826,215.69	7,578	10,184	19,306
208	656,505.07	2,826,219.17	3,187	617	6,148
209	656,673.34	2,826,219.65	2,970	1,169	6,498
210	657,201.79	2,826,222.16	2,602	1,259	6,259
211	657,307.73	2,826,222.44	2,571	1,912	26,383
212	657,625.21	2,826,223.91	391	331	2,832
213	658,161.11	2,826,227.66	1,621	1,273	2,834
214	658,266.59	2,826,228.38	1,936	1,592	3,147
215	658,848.37	2,826,229.29	235	317	318
216	659,612.66	2,826,235.75	4,732	4,843	806
217	660,416.96	2,826,233.76	3,674	2,149	1,256
218	660,829.67	2,826,232.17	661	945	3,178
219	661,157.90	2,826,232.22	0	6	896
220	661,218.91	2,826,232.12	118	323	2,778
221	661,628.36	2,826,230.93	598	1,436	31
222	661,888.85	2,826,231.57	2,204	2,538	6,253
223	656,666.93	2,827,171.52	3,994	2,100	870
224	657,197.42	2,827,174.53	3,630	2,194	635
225	657,302.75	2,827,175.69	2,499	1,895	23,864
226	657,620.07	2,827,177.75	323	318	317
227	657,770.19	2,827,177.86	2	2	2
228	657,196.33	2,827,491.95	3,632	2,196	318
229	657,301.85	2,827,492.15	2,498	1,894	23,543
230	657,648.68	2,827,285.28	317	317	317
231	658,055.61	2,826,926.95	719	637	636
232	658,159.13	2,826,835.60	6	0	0
233	658,263.70	2,826,743.80	325	323	317
234	655,038.70	2,825,178.81	5,922	10,661	2,605
235	655,474.15	2,824,631.95	0	8,222	1,386
236	655,462.58	2,825,102.89	0	0	0
237	655,864.12	2,824,808.15	1,041	8,725	3,704
238	656,316.65	2,824,474.37	4,570	0	4,350
239	657,209.90	2,824,540.63	3,043	5,891	3,134
240	658,889.81	2,823,537.69	256	0	0
241	657,841.93	2,825,130.25	0	1,079	424

242	658,881.76	2,824,273.41	1,900	2,935	2,304
243	658,166.97	2,824,994.00	0	0	0
245	659,226.33	2,824,999.28	59	1,761	2,180
246	659,227.46	2,824,874.95	1,029	2,375	3,618
247	659,231.01	2,824,064.14	2,875	6,418	5,232
248	659,234.75	2,823,454.12	2,510	6,906	4,956
249	658,531.54	2,822,965.99	613	636	636
250	659,088.64	2,822,583.29	2	2	2
251	659,526.96	2,822,319.42	23	0	0
252	660,171.32	2,824,760.23	1,633	5,657	1,822
253	660,173.19	2,824,553.06	335	6,330	3,001
254	660,176.20	2,823,930.62	1,261	6,955	6,330
255	660,179.44	2,823,094.57	1,492	4,738	1,092
256	660,764.18	2,824,396.04	1	0	0
257	660,607.37	2,823,816.55	885	2,155	5,375
258	660,993.94	2,823,713.11	885	2,157	5,377
259	660,766.13	2,822,871.98	0	0	0
260	661,162.28	2,824,289.14	2,600	10,367	13,303
261	661,164.02	2,823,720.81	3,363	13,651	15,671
262	661,168.72	2,822,850.06	1,149	3,478	772
263	661,378.77	2,824,290.50	1,426	1,368	0
264	661,381.79	2,823,721.79	2,492	4,656	2,372
265	662,278.56	2,822,013.36	0	0	339
266	658,441.23	2,827,367.42	1,489	0	197
267	658,601.72	2,827,548.28	937	137	1,865
268	658,849.49	2,827,009.70	1,198	2	14,403
269	659,008.10	2,827,190.04	658	348	4,253
270	659,166.63	2,827,372.04	18	0	644
271	659,324.24	2,827,550.40	34	2	1,307
272	659,256.32	2,826,651.58	3,027	22	8,661
273	659,414.71	2,826,832.62	664	1,473	0
274	659,573.80	2,827,013.38	14	0	0
275	659,731.48	2,827,192.50	669	126	3,121
276	659,891.26	2,827,375.22	4	0	0
277	659,663.93	2,826,294.40	1,289	1,610	8,237
278	659,822.26	2,826,474.56	801	3,136	6,943
279	659,981.18	2,826,656.49	229	2,619	6,353
280	660,139.29	2,826,836.93	1,379	3,419	5,951
281	660,300.69	2,827,017.93	2,901	3,546	2,288
282	660,606.42	2,827,364.34	5,352	10,152	1,268
283	660,754.87	2,826,616.77	1,899	74	590



284	661,057.04	2,826,963.19	4,814	10,912	0
285	661,510.06	2,826,565.63	5,173	11,332	3,011
286	661,049.72	2,826,039.50	44	0	5,074
287	653,960.08	2,826,087.44	629	651	0
288	654,565.03	2,825,999.22	637	660	797
289	654,712.62	2,825,981.36	12	666	852
290	654,822.93	2,826,016.62	330	1,448	1,019
291	655,244.67	2,826,199.36	335	8	0
292	655,350.10	2,826,286.78	955	141	0
293	655,894.45	2,827,516.89	1,887	1,164	5,277
294	655,929.77	2,827,695.83	131	296	2,711
295	656,493.12	2,828,273.44	2,571	2,574	3,945
296	656,722.29	2,828,346.98	2,766	1,612	4,761
297	657,021.44	2,828,488.43	564	182	1,762
298	657,334.87	2,828,805.91	248	26	1,357
299	657,776.45	2,828,994.21	632	480	1,077
300	657,926.24	2,829,065.19	1,839	1,711	865
301	658,507.90	2,829,385.29	1,915	1,553	1,072
302	655,653.51	2,827,584.12	613	2,927	2,068
303	656,624.28	2,827,313.05	0	0	0
304	656,963.56	2,827,889.08	2,224	518	320
305	657,121.41	2,828,078.57	2,878	1,590	4,137
306	657,579.45	2,828,519.79	9	1	0
307	658,035.64	2,828,948.08	232	2	172
308	658,671.70	2,829,427.51	3,282	2,948	1,753
309	656,188.30	2,828,444.63	339	3,998	273
310	655,980.01	2,828,558.14	957	4,602	452
311	656,357.33	2,828,354.47	171	3,405	996
312	656,604.02	2,828,758.72	5	0	98
313	656,714.23	2,828,934.68	630	630	815
314	656,905.85	2,829,237.34	1,868	1,883	1,639
315	657,194.64	2,828,870.82	0	0	0
316	657,373.38	2,829,204.41	8	6	0
317	658,113.65	2,827,814.31	0	0	634
318	658,181.90	2,827,876.77	0	0	0
319	658,636.79	2,828,297.84	634	638	637
320	658,681.23	2,828,337.98	858	0	0
321	658,112.37	2,827,951.90	950	955	638
322	658,683.57	2,828,248.14	412	0	0
323	659,094.47	2,828,941.65	3	0	0
324	664,111.19	2,837,918.74	0	0	0